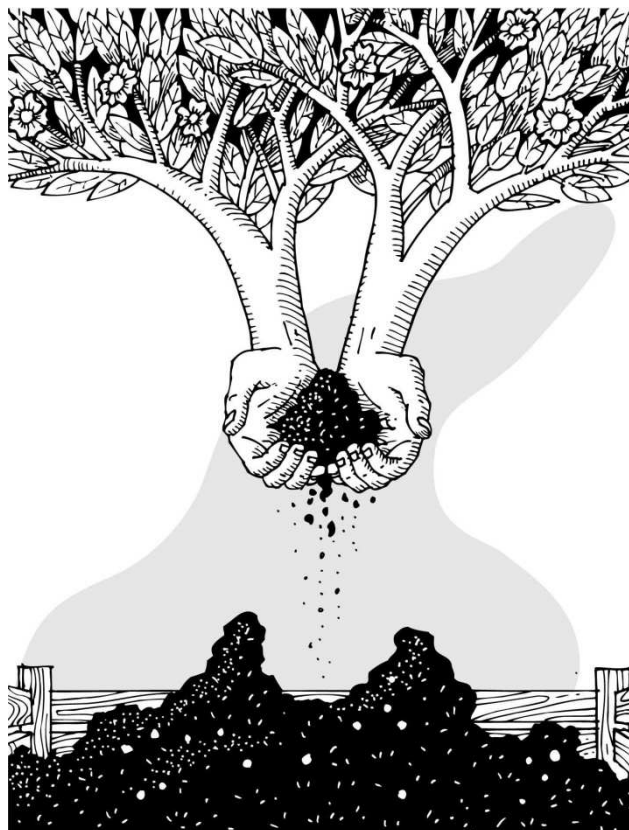


Curso de compostaje en la UAM:

TIPOS DE COMPOST



Asociación Ferrer i Guàrdia, UAM
Isabel Ochoa Soto

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

- Podemos clasificar los tipos de compost partiendo de dos puntos de vista:

- Atendiendo al origen del residuo



- La etapa en que se encuentre el compost (Madurez del compost)





- El estado ideal de lo que se debería realizar con los residuos no corresponde con la realidad. Dónde son los países más desarrollados los que consumen y por tanto producen más residuos, pese a que tengan mejores tecnologías para tratarlos

Desde esta perspectiva se justifica la necesidad de producir compost

- Si vamos por el primer camino tenemos que analizar cuales son esos orígenes de los residuos de los que proviene el compost

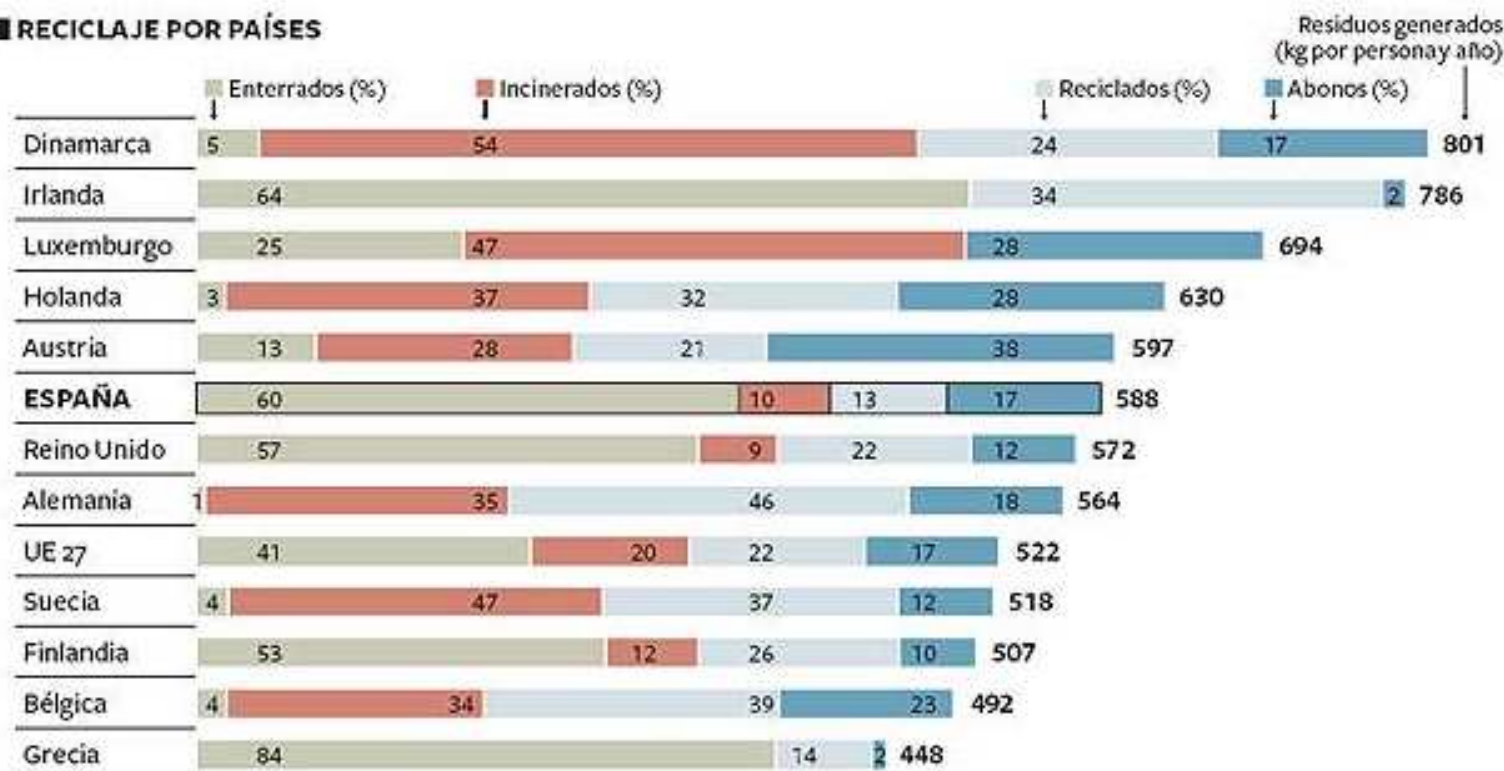


Definición residuo

- Ley 10/1998 Ley de Residuos
- Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de la Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrá esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobada por las Instituciones Comunitarias

El tratamiento de residuos

RECICLAJE POR PAÍSES

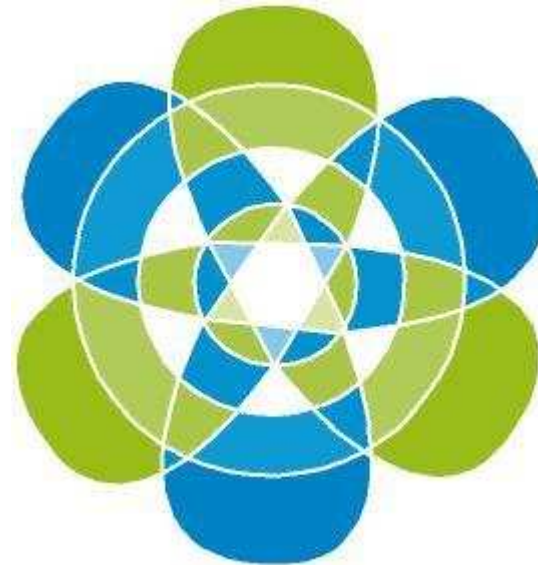


PISTAS PARA EVITAR ERRORES



Problema general

- Muchos residuos son perfectamente conocidos en su composición, pero otros muchos, aparte de no saberse bien cuales son sus efectos sobre el medio y sobre la salud humana, si aparecen mezclados con otros, pueden producir sinergismos que potenciarán los daños



- En nuestro sistema económico existen en nuestro sistema económico 80000 productos químicos y cantidades y grandes cantidades de residuos agrarios, mineros y urbanos, que van alcanzando y superando cada vez con mayor frecuencia la capacidad de asimilación del medio ambiente, llegando así a numerosas situaciones de deterioro irreversible.

- De estos vamos a fijar nuestra atención en los Residuos biodegradable.

En el RD 1481/2001 se define residuo biodegradable todos los residuos, que en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos de jardín, el papel o el cartón.



- De los residuos biodegradables, podemos extraer un grupo, los residuos orgánicos caracterizados porque en su composición la materia orgánica representa del 95 al 99% en ellos.
- Los residuos orgánicos constituyen cerca del 60% del total de los residuos generados.



SECTOR PRIMARIO

Que atiende a los
sectores productivos
de un país



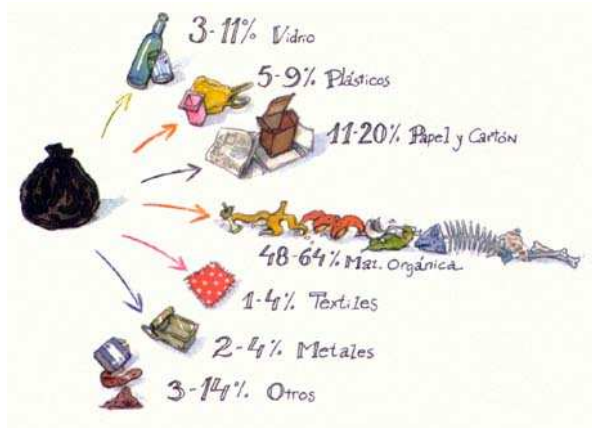
SECTOR SECUNDARIO



SECTOR TERCIARIO

Los residuos se pueden
simplificar atendiendo a un
orden económico básico

Sin embargo esta se puede desarrollar en función de la legislación en los siguientes grupos



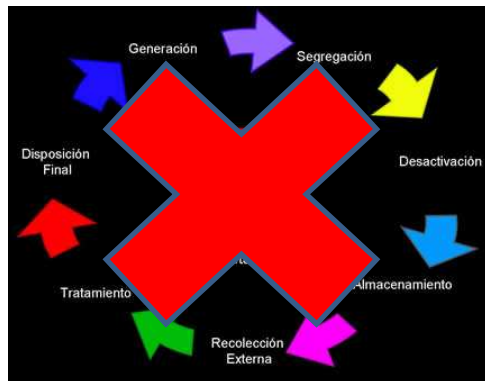
-Residuos sólidos urbanos



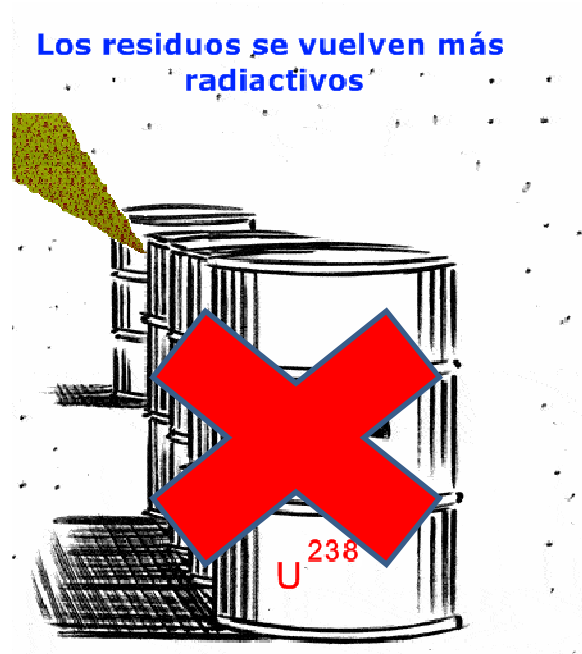
-Residuos de industrias extractivas



-Residuos Industriales



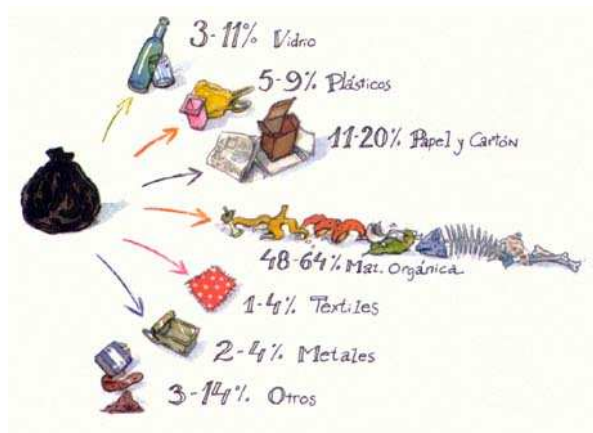
-Residuos hospitalarios



-Residuos radiactivos



-Residuos agropecuarios y forestales



RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

- Los residuos sólidos urbanos incluyen los residuos domésticos y los residuos similares generados en comercios, oficinas, instituciones, además de los residuos de limpieza de mercados, de parques y jardines

Producción residuos



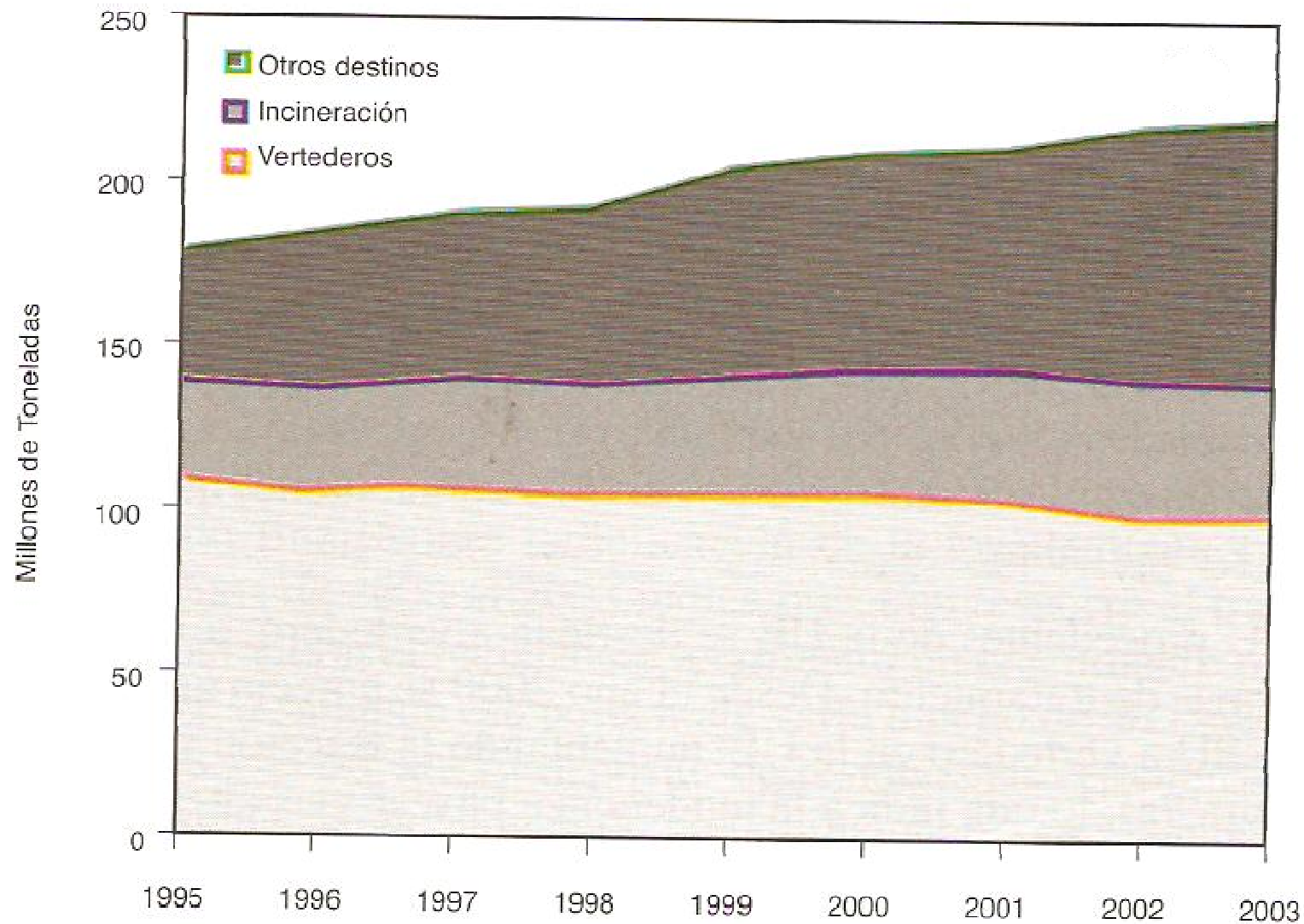
- En España se obtienen cantidades de residuos sólidos urbanos por habitantes y día variables, pudiendo resultar cifras similares a las que a continuación se presenta

TABLA 2.3.
Cantidades de residuos sólidos urbanos producidos en España. Año 1986.
(Otero, 1988)

	<u>Kg/ hab./día</u>	<u>Kg/ hab./año</u>	<u>Población de hecho</u>	<u>t/año</u>	<u>%</u>
Andalucía	0,667	244	6.875.628	1.677.653	15,88
Aragón	0,652	238	1.214.729	289.106	2,74
Asturias	0,694	253	1.114.115	281.871	2,67
Baleares	0,974	356	754.777	268.701	2,54
Canarias	0,756	276	1.614.882	445.707	4,22
Cantabria	0,763	279	524.670	146.382	1,39
Castilla-La Mancha	0,620	226	1.665.029	376.297	1,39
Castilla y León	0,695	254	2.600.330	660.484	6,25
Cataluña	0,789	288	5.977.008	1.721.378	16,29
Comunidad Valenciana	0,921	336	3.772.002	1.267.393	11,98
Extremadura	0,635	232	1.088.543	252.542	2,39
Galicia	0,644	235	2.785.394	654.568	6,19
Madrid	0,826	302	4.854.616	1.466.094	13,87
Murcia	0,751	274	1.014.285	277.914	2,63
Navarra	0,684	250	512.676	128.169	1,21
País Vasco	0,705	257	2.133.002	548.182	5,19
La Rioja	0,666	243	262.611	63.814	0,60
Ceuta	0,890	325	71.403	23.205	0,22
Melilla	0,899	328	55.613	18.240	0,17
ESPAÑA	0,744	272	38.891.313	10.567.700	100,00

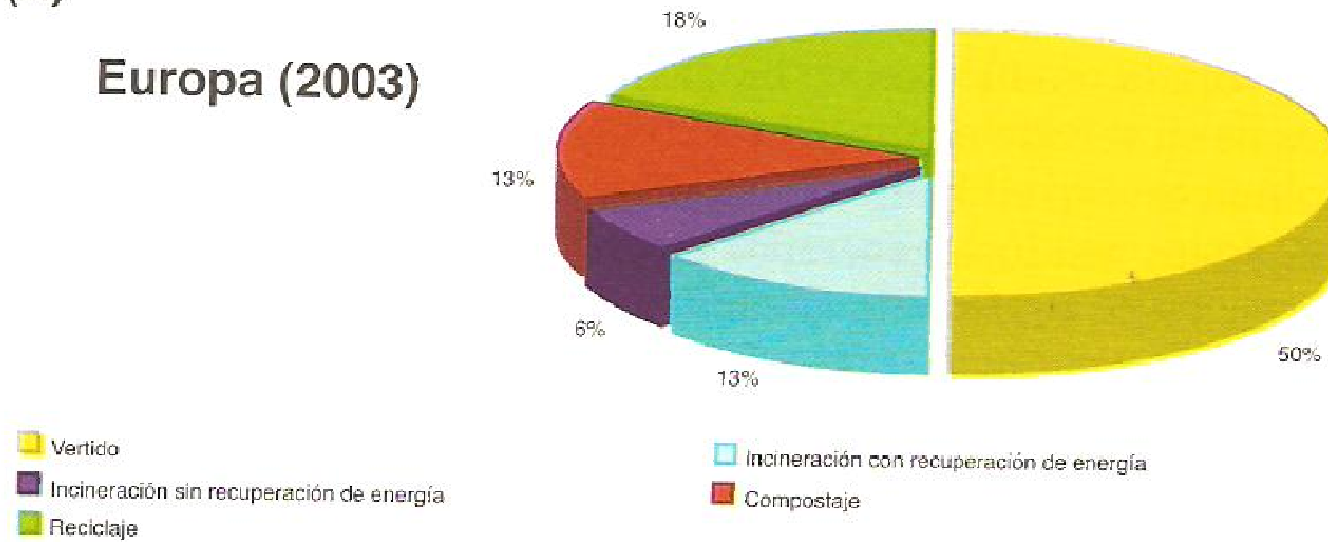
- La producción depende de factores muy variables como el nivel de vida, la época del año (vacaciones fines de semana...)etc. lo que hace complicado determinar una cifra concreta. Aún así se puede promediar en estos valores

Tratamientos de los residuos

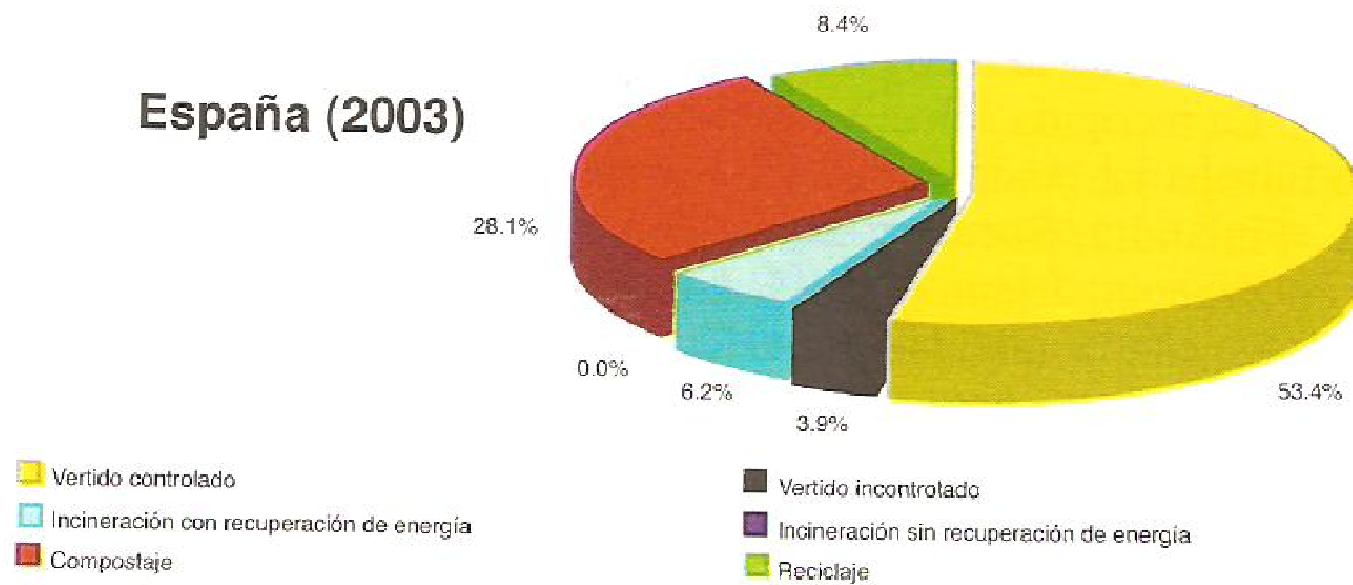


(b)

Europa (2003)



España (2003)



Desde el año 2000 se aprecia un claro descenso del RSU a vertedero en la UE, aumentado la fracción sometida a tratamiento, esto evidencia que existe una tendencia a buscar vías alternativas de tratamiento de residuos.

La 1999/31/EC sobre el vertido de residuos limita la cantidad de RSU degradable que puede ser vertido en 2006 al 75% de la cantidad de 1995, para el 2009 al 50% y para el 2016 al 35%

- Sin embargo el vertedero es la opción principal en Europa con el 48,8% de los residuos generados en 2003, lo que supone el 66,2% del RSU generado en 1995



- En contra el reciclado y otras formas de reciclado se ha duplicado de $40 \cdot 10^6$ a $82,3 \cdot 10^6$

Composición de la basura

- La composición de los residuos urbanos dependen básicamente de los factores siguientes:
 - Nivel de vida de la población
 - Actividad de la población
 - Climatología

En función de estos factores se consumirán y se utilizarán ciertos productos, que originarán los correspondientes residuos

Existen grandes diferencias entre los tipos de residuos generados en un país en vía de desarrollo y un país del primer mundo.

Vemos que existe una disminución de la cantidad e M.O que se genera si lo comparamos con el PIB per cápita de cada una de las regiones que en estas tablas representamos

COMPOSICIÓN GENERAL DE LOS RESIDUOS URBANOS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

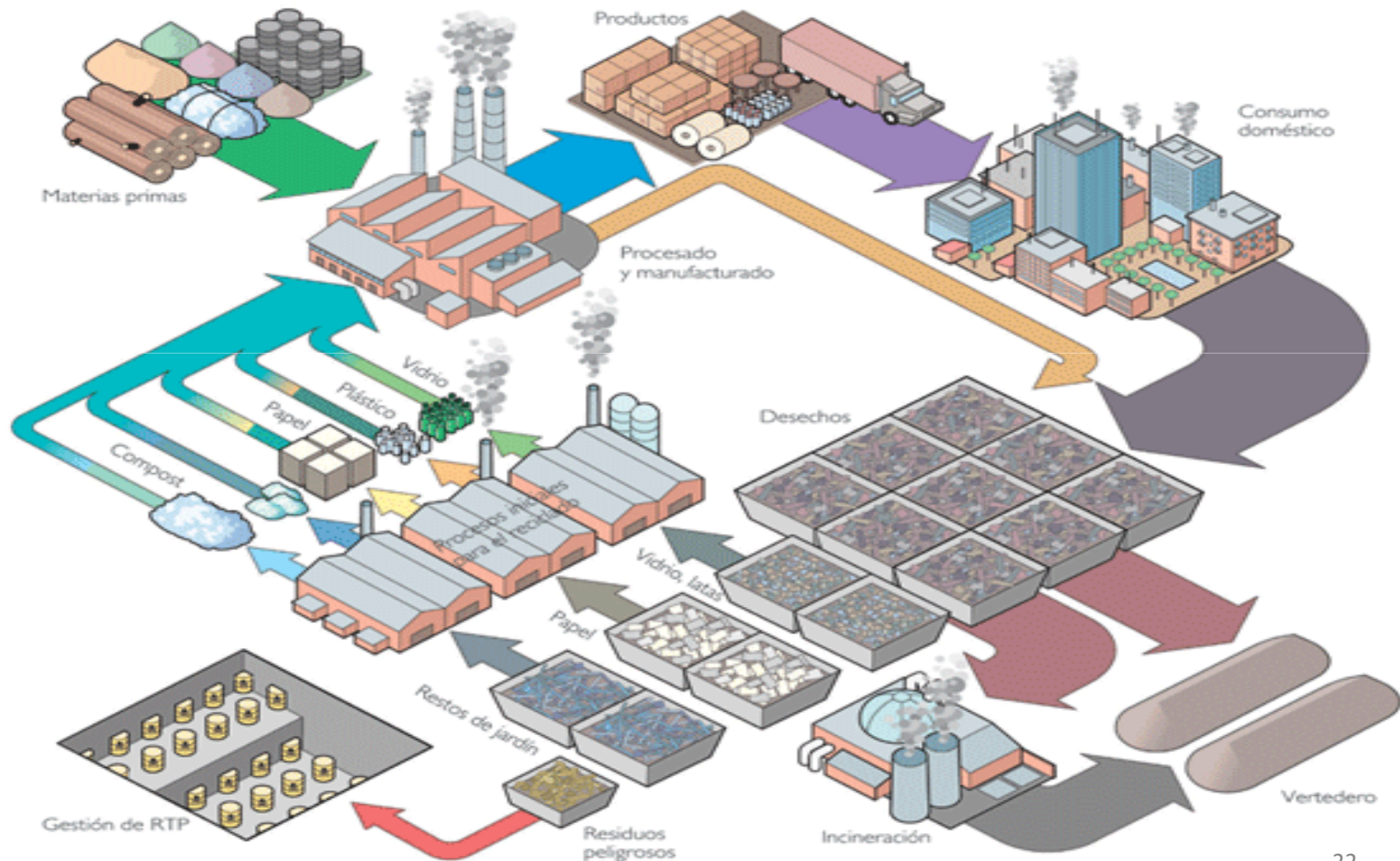
Materia	% del peso total
Metales	0,70-1,60
Vidrio	1,00-3,80
Tierra y cenizas	6,00-16,00
Papel.....	2,60-5,00
Cartón.....	1,00-4,80
Madera	0,10-1,00
Plásticos	3,80-7,40
Gomas y cueros.....	0,20-1,40
Textiles	2,00-4,10
Residuos orgánicos de comestibles.....	58,00-80,20

Fuentes: EMDELU, 1999; CLISA, 1999; FAO, 1998;
M. Seoáñez, 1999.

Estimación de la composición media de los RSU (%)
(MMA, 2004; Eurostat, 2005; US EPA, 2006).

Materiales	España	Europa (14)	Estados Unidos
Materia orgánica	48,9	26,3	25,0
Papel	18,5	30,0	34,2
Plásticos	11,7	14,2	11,8
Vidrio	7,6	11,7	5,2
Metales	4,1	4,6	7,6
Textiles	3,7	2,4	7,3
Otros	5,5	10,4	3,4

Gestión de residuos



El triunfo de la muerte

Brueghel



Gran parte de los materiales arrojados se fermentaban, lo que causaba problemas de insalubridad, a causa de roedores, insectos, aves, perros y de otra fauna correspondiente de acompañamiento.

Recogida de residuos

- Así se impuso por una parte la necesidad de alejar estos residuos de las ciudades, y por otra, la de limpiar y mantener limpias la calles.
- Hoy día, la recogida de residuos debe hacerse reduciendo al mínimo las perturbaciones a la población y al medio.



En lo que se refiere al medio, está claro que la recogida debe realizarse mediante recipientes apropiados, y que estos deben tener un mantenimiento y unos sistemas de limpieza eficaces

- En lo referente a la población, la recogida deberá efectuarse en condiciones óptimas de higiene, seguridad, y comodidad para los operarios, para los usuarios del servicio y para los afectados por los desplazamientos de los residuos



Sistema de recogida

- *Recogida todo en uno*
- Es la recogida clásica. Puede realizarse mediante contenedor individual (bolsas de basura de plástico-pre recogida-contenedor), de 2 ruedas, o bien mediante contenedores más grandes, de 4 ruedas, ubicados en la calle, que corresponden a la contenerización colectiva.



- *Recogida neumática*
- Dentro del todo uno o clasificados por fracciones, existen sistemas neumáticos que transportan los residuos desde los puntos de producción hasta los silos de almacenamiento.

Sistema fijo de transporte neumático

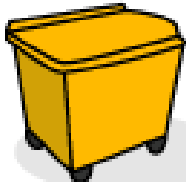
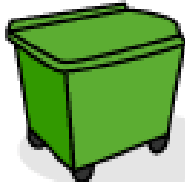


La basura es transportada a una central de recogida mediante aire, mediante una red de tuberías subterráneas. En la central la basura es separada del aire de transporte, compactada y almacenada en contenedores herméticamente cerrados. El aire es cuidadosamente filtrado antes de devolverlo a la atmósfera

- http://www.lipasam.es/fileadmin/php/recogida_neumatica.php

- *Recogida por fracciones*

Este sistema incide en la recogida selectiva de la materia orgánica frente a los residuos de envases, donde estos aparecen mezclados con otros materiales inorgánicos (e incluso orgánicos) de la basura. Su justificación es conseguir una fracción orgánica de calidad para propiciar posteriormente un tratamiento mediante compostaje, mientras que los envases deberán seleccionarse en destino mediante su extracción selectiva del resto de residuos presentes en el contenedor "resto".

AMARILLO	GENÉRICO
	
Envases de plástico, latas y briks	Resto de residuos

- Diferenciamos dos tipos

Tipo A: Se produce la segregación de los residuos en dos fracciones:

Fracción orgánica o húmeda: incluye todos los residuos putrescibles (restos de comida, poda y similares).

Fracción inorgánica o seca: incluye el resto de residuos que no son orgánicos (residuos de envases, textiles, maderas y otros residuos varios).

Tipo B: Se fracciona en tres tipos:

Fracción húmeda: Se consideran los mismos que antes

Fracción reciclable: Con un tratamiento el residuo se puede reutilizar

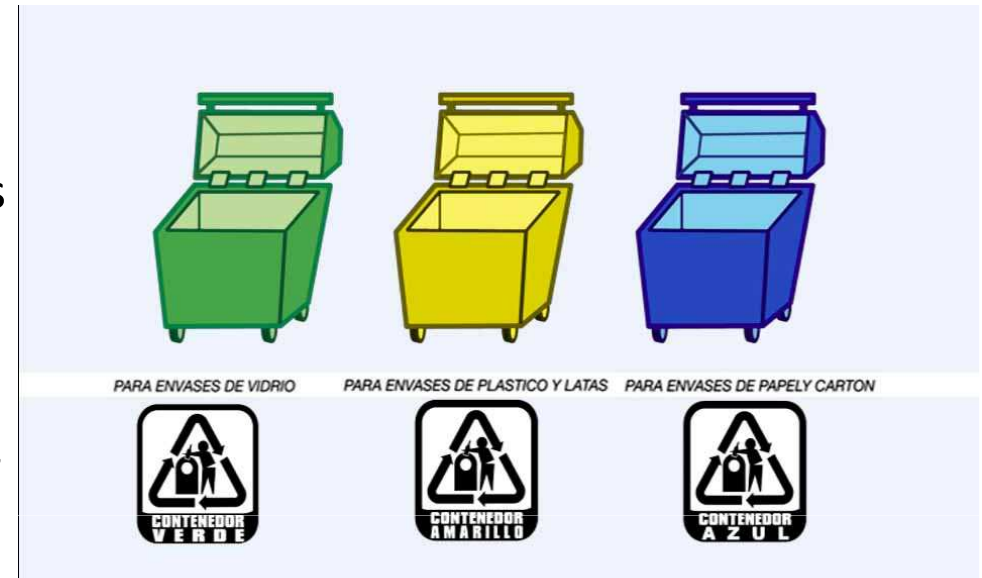
Fracción no reciclable: Su destino final es un vertedero



Recogida selectiva

Consiste en introducir, en origen, en diferentes bolsas, o en diferentes contenedores, los diversos componentes que constituyen los residuos.

En contenedores debidamente señalizados y situados estratégicamente, se recogen el vidrio, las latas o el papel y el cartón.



A nivel domiciliario se llega incluso a cuatro bolsas diferentes, para papel y cartón, vidrio, latas y materia orgánica, aunque lo más extendido son dos bolsas.

Los contenedores, ubicados en lugares apropiados, pueden estar agrupados o pueden situarse de forma aislada



Pre- recogida

- Se bajan al anochecer la basura
- Se llevan las bolsas a un cubo
- Se llevan las bolsas a un contenedor de dos ruedas
- Se llevan a un contenedor de cuatro ruedas

Se realiza mediante distintos camiones de diferentes tamaños y características, según la circunstancias de cada ciudad
 La frecuencia dependerá de cada ciudad.
 Pueden ser compactadores, tienen mayor capacidad
 De forma paralela existe a nivel privado, individual o colectivo y con vehículos no condicionados para ello un recogida de basura de forma selectiva, es decir, llevan los residuos de interés económico a los lugares indicados para ello



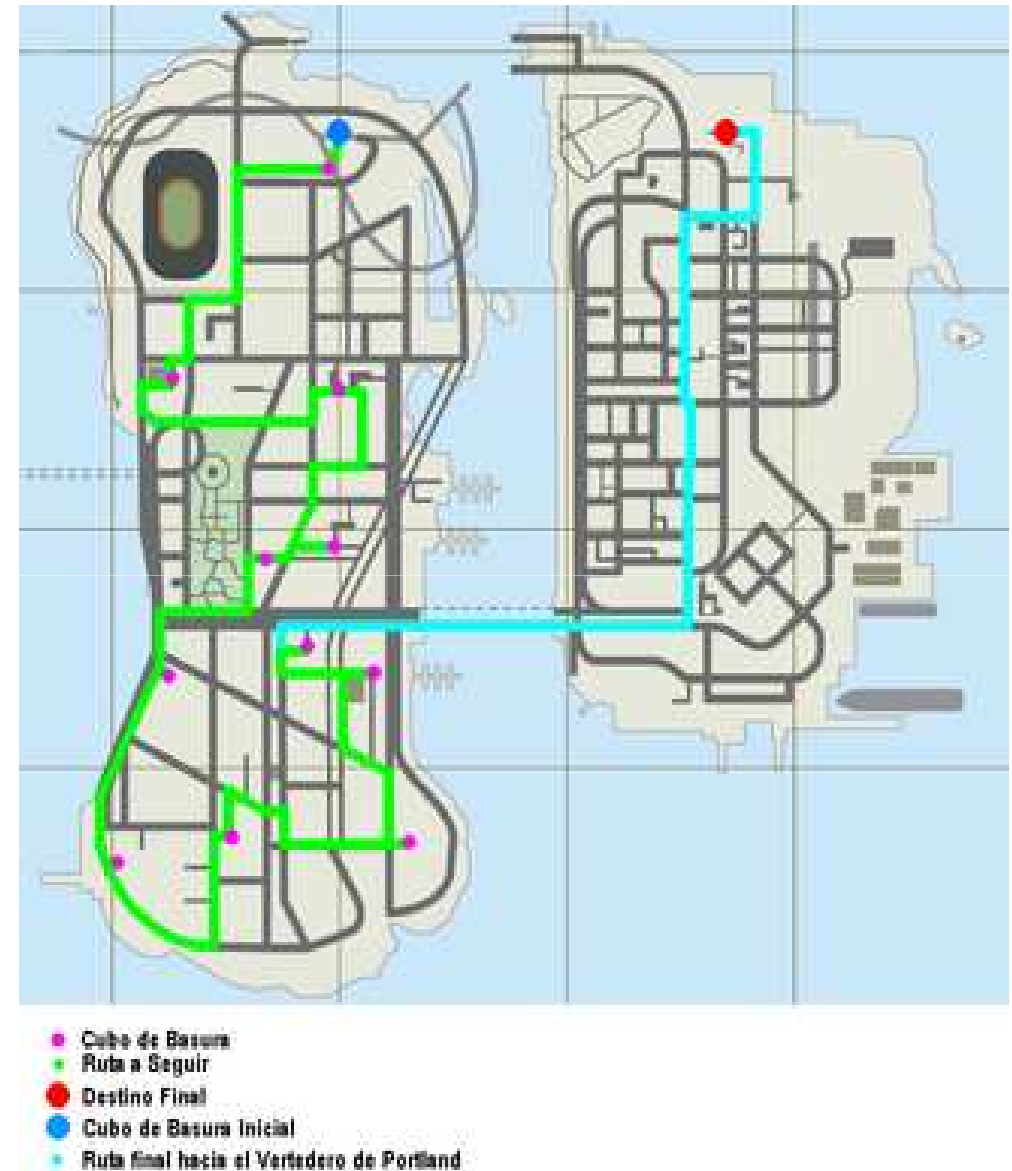
Transporte

- Con vehículo propio
- Con camiones de las estaciones de transferencia
- Neumático, de los centros de transferencia o de los puntos de almacenamiento.

 Ropa y calzado usado	 Pinturas, barnices y disolventes Hasta 5 Kg.	 Radiografías, películas y papel fotográfico Hasta 5 unidades.	 Tubos fluorescentes Hasta 3 unidades	 Batería de automóviles 1 Unidad
 Aerosoles Hasta 10 unidades	 Aceites y grasas vegetales de origen doméstico Hasta 10 litros	 Aceites y grasas minerales de automóviles Hasta 5 litros	 Cartuchos de tinta de impresoras y tóner Hasta 2 unidades	
 Medicamentos Hasta 1 Kg.	 Pilas botón, alcalinas y salinas	 Aparatos eléctricos y electrónicos Hasta 3 unidades	 Chatarra, tubos de metal y acero y plásticos	



- En cualquier caso, salvo en el neumático, una serie de camiones recorren diariamente una vía de circulación que lleva al centro de tratamiento y que, al menos teóricamente, debe ser estudiada y condicionada para soportar el tráfico fijo diario que supone este transporte



Tratamiento

- Una vez transportados a un centro de tratamiento, los residuos pueden ser sometidos a uno de estos procesos.
 - Vertederos controlados
 - Recuperación de productos
 - Reciclado
 - Transformación 
 - Transformación integral
- Con recuperación de energía
 - Sin recuperación de energía
 - Compostaje

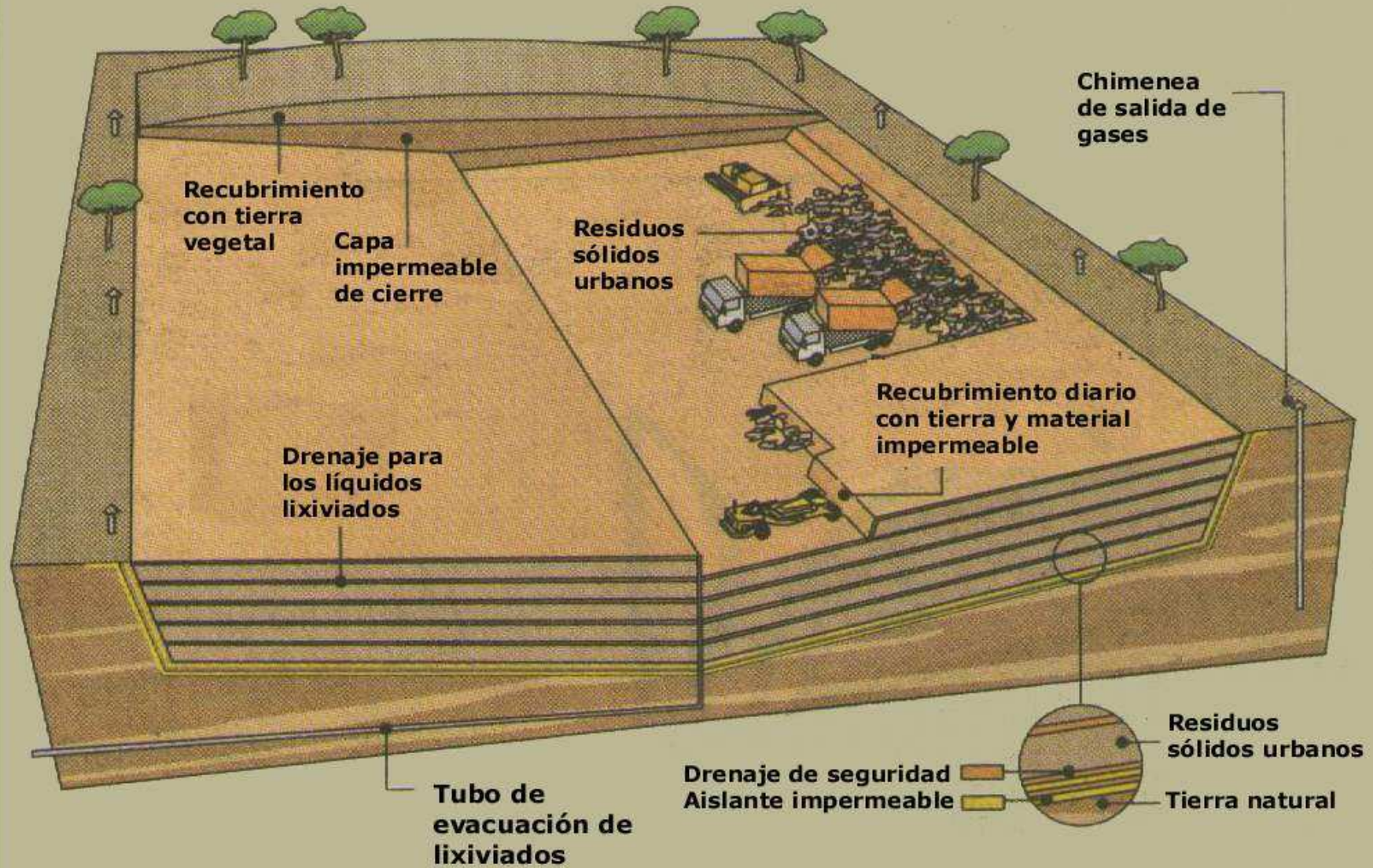
Vertederos controlados

- Son aquellos lugares preparados a propósito, donde se depositan los residuos urbanos con garantías de no provocar problemas medio ambientales
- Sin embargo, por muy bien que hagamos un vertedero siempre tendrá asociado problemas de insalubridad que en función del vertedero se manifestará de diversas formas

CLASIFICACIÓN DE LOS VERTEDEROS CONTROLADOS SEGÚN SU NIVEL DE COMPACTACIÓN

Tipo	Grosor de las capas de residuos	Densidad	Cubrición	Comentarios
Alta densidad	Muy bajo	1 tm/m ³	Sin cubrición	Problemas de insectos y roedores, de escorrentía, de olores y de presencia de materiales ligeros en el entorno, transportados por el viento.
Densidad media	0,5-1,5 m	0,9 tm/m ³	Cubrición cada 4 ó 6 días, o cada 10 a 15 días	Pocos gases, pocos lixiviados, fuerte evaporación. Problemas de insectos y roedores, y de presencia de materiales ligeros por la misma causa que en el caso anterior.
Baja densidad	1,5-3 m	0,5 tm/m ³	Cubrición diaria	Se generan gases y lixiviados. Necesitan menos superficie que los anteriores.

¿Cómo es un vertedero controlado?



- El funcionamiento de un vertedero controlado es, desde el punto de vista bioquímico, similar al de un digestor anaerobio, salvo en aquellos tipos de vertederos en que la fermentación es aerobia por no cubrirse frecuentemente los residuos depositados

Contempla varias fases:

- | Componente | % en volumen |
|---|--------------|
| Metano (CH ₄) | 45-55 |
| Bióxido de carbono (CO ₂) | 40-50 |
| Nitrógeno (N ₂) | 2-3 |
| Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) | 1-2 |
| Hidrógeno (H ₂) | <1 |
| Oxígeno (O ₂) | <1 |
| Monóxido de carbono (CO) | Traza |
| Amoniaco (NH ₃) | Traza |
| Hidrocarburos aromáticos y cíclicos | Traza |
| Compuestos orgánicos volátiles | Traza |

[illegible]

-Fase aerobia

Inmediatamente después del vertido.
Gran influencia del NO_2 Aumento
progresivo de CO_2 Descenso progresivo
de O_2

-Fase anaerobia con
ausencia de CH_4

Falta aire. Aumento intenso del CO_2
Descenso del N_2 y aparece H_2

-Fase anaerobia con
formación de CH_4

Aumento progresivo del CH_4 .
Descenso progresivo del resto

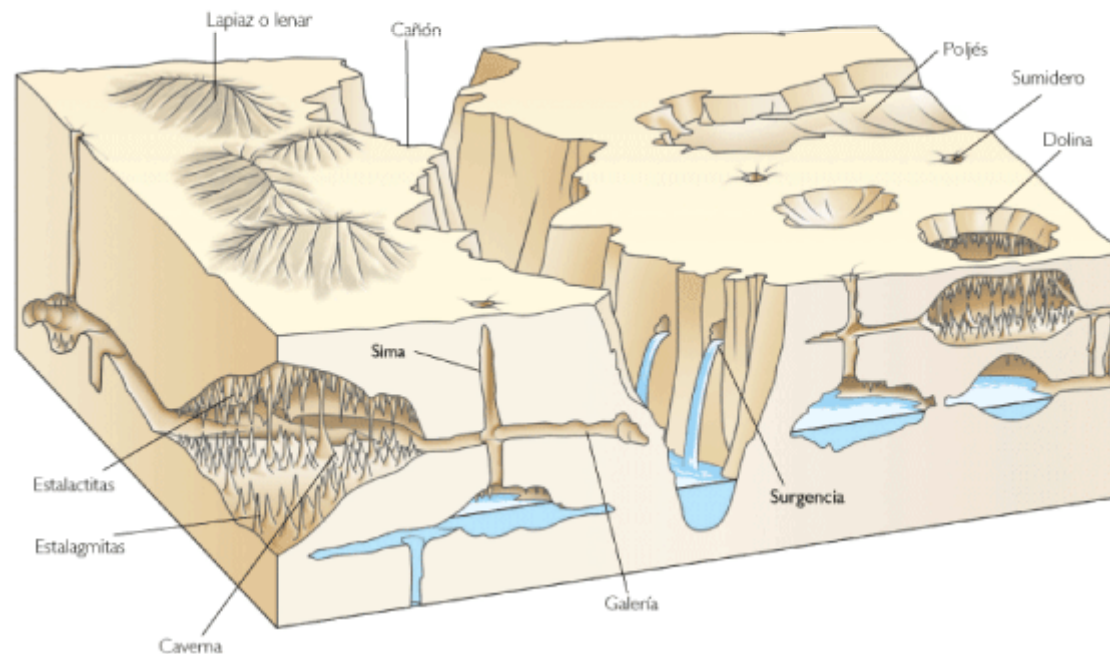
-Fase anaerobia de
estabilización

Se alcanzan condiciones y
proporciones estables y definitivas
de los componentes del biogás

Riesgos de contaminación

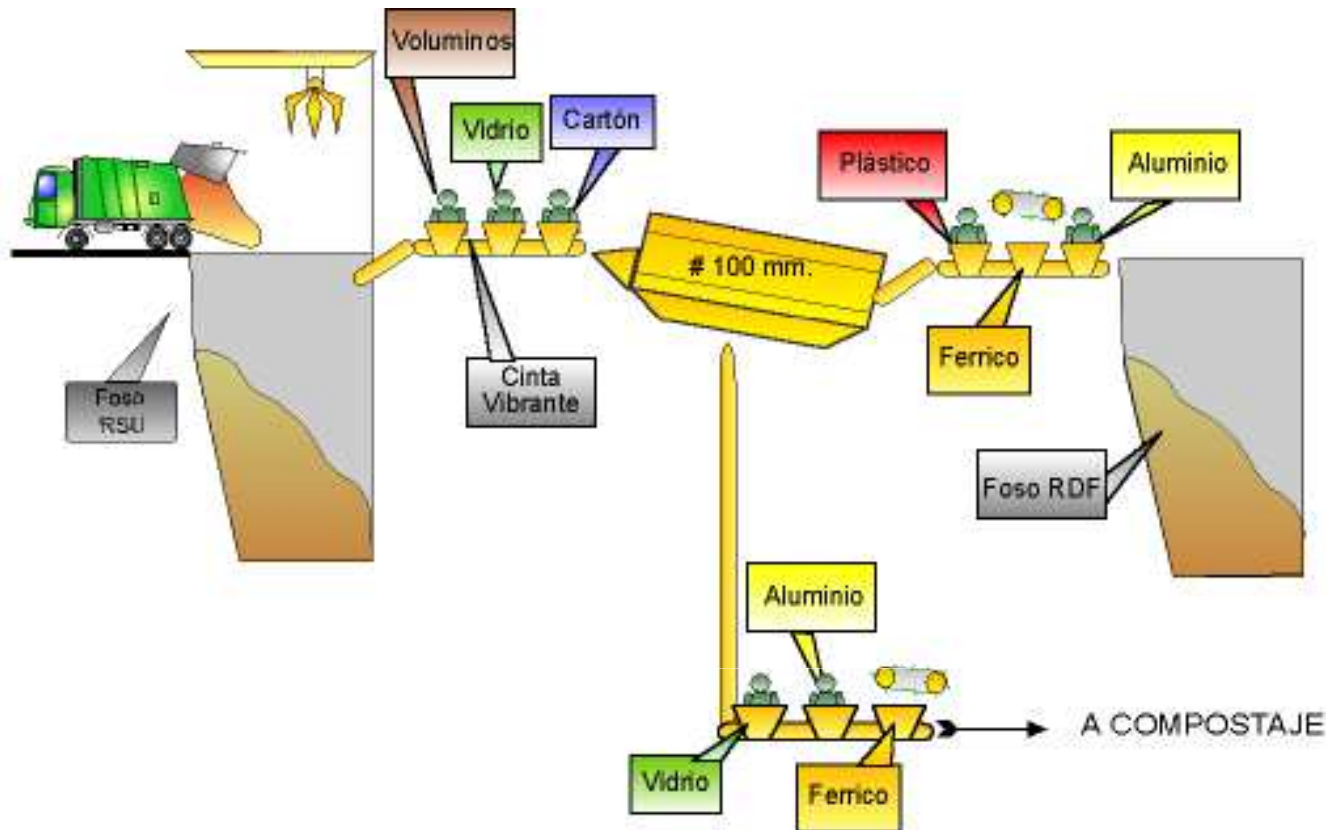
Son causas de alto riesgo de contaminación:

- Ubicar un vertedero en un terreno Karstificado
- Utilizar zonas excavadas generadas por la explotación de gravas (nivel pizométrico cerca superficie)
- Instalar vertederos en huecos y cauces fluviales secos



Recuperación de productos

- Una vez recibidos los residuos urbanos en la planta de tratamiento, se descargan en tolvas, donde se desmenuzan las bolsas y desde las que con cintas transportadores se lleva todo el material a los sistemas de recuperación, mediante los que se obtiene productos que serán vueltos a utilizar para el mismo fin para que fueron creados



Metales férricos con imanes

Metales no férricos: Triage manual, por densidad

Papel y cartón : Sistemas neumáticos, por densidad

Plásticos duros: Por densidad, triaje manual

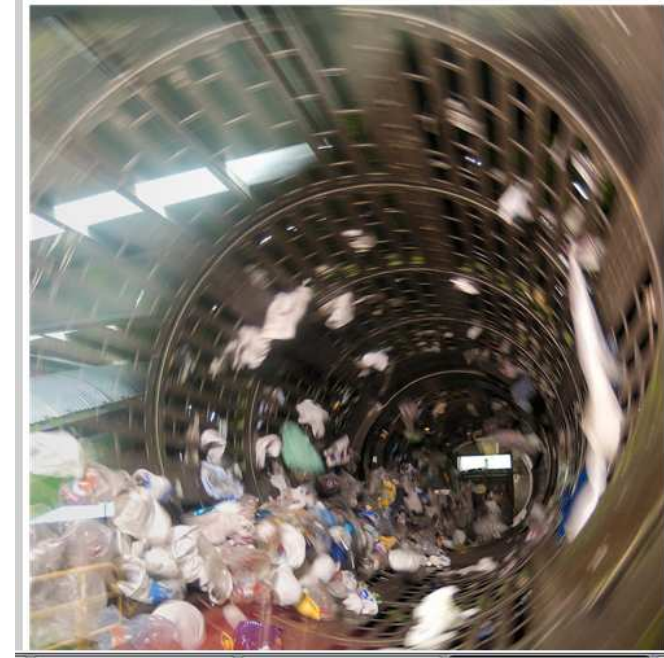
Plásticos duros: Sistema neumáticos

Vidrio blanco: Sistema óptimo, por densidad

Vidrios coloreados: Sistemas ópticos, por densidad

Selección mecánica: trómel (criba rotativa)

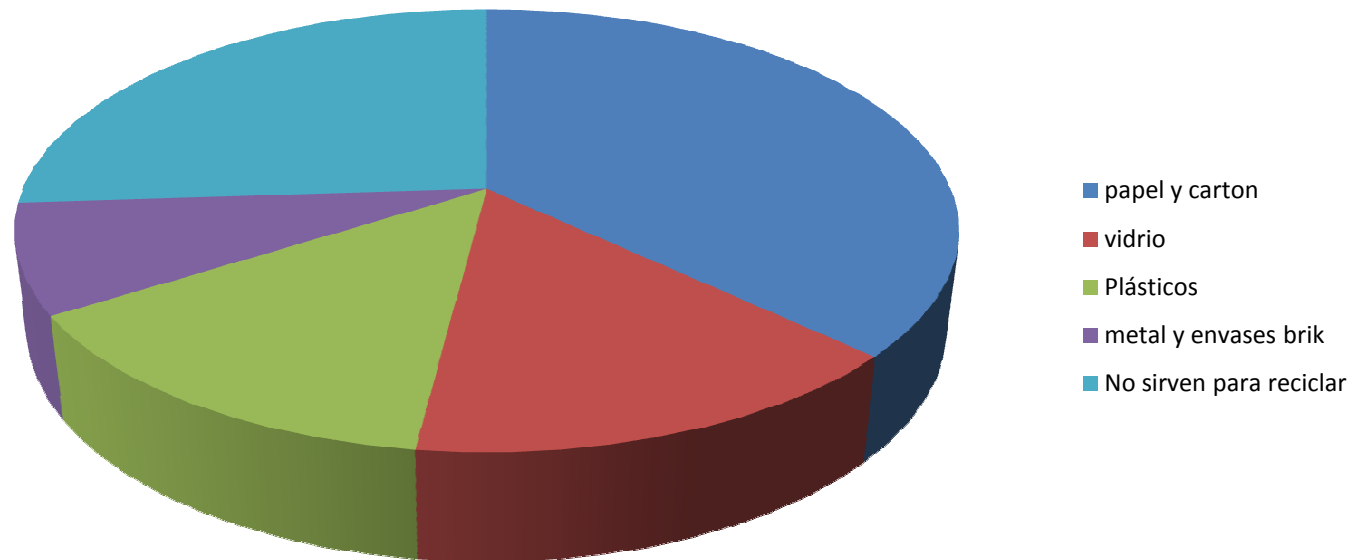
Tras esta selección, la basura pasa por un trómel que separa, gracias a la acción conjunta del aire e imanes, los desechos que no pertenecen a la cadena en curso. Por ejemplo, si se está seleccionando plástico, se eliminan los briks y demás residuos, que pasarán de nuevo por el proceso en su turno.



Triaje manual

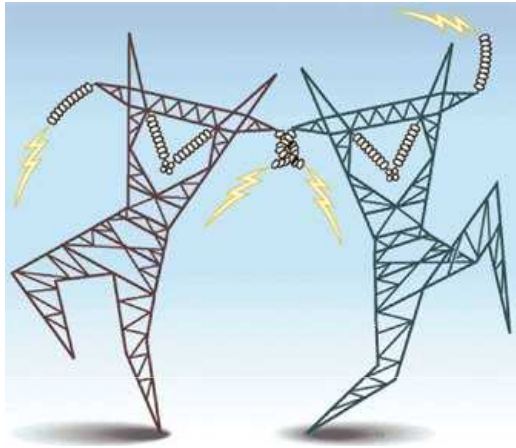
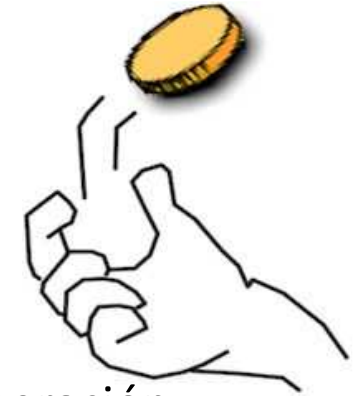
En la cabina de triaje y selección principal, numerosos operarios criban la basura. Algunos materiales serán rechazados para la planta y se llevarán a la zona de vertido. Los demás se separan en sus correspondientes contenedores. De allí, pasarán por un aspirador, en el que campos magnéticos obtienen los metales que se destinan a su correspondiente contenedor. El vidrio, el papel, la chatarra, el brik y el plástico están listos para ser empaquetados.

Proporción de materiales destinados al reciclado



- El reciclado consiste en el aprovechamiento de los residuos urbanos obteniendo de ellos materia primas, como puede ser aprovechamiento directo (recuperación) o indirecto (vidrio y materiales para construcción, briquetas combustibles, producción de gas, compostaje...

Cara y cruz del reciclado



El problema general, tanto de la recuperación como del reciclado, es que para conseguir el producto inicial suele ser necesario un consumo elevado de energía, más los costos de recogida y distribución, por lo que al final suele ser más costoso que el material original

- Desde el punto medio ambiental, el tema cambia radicalmente pues se evitan muchos impactos ambientales: se evita el consumo y el agotamiento de los recursos y se alarga el ciclo de vida de los productos



Transformación

- Se trata de procesar los residuos urbanos, de forma que se obtengan productos adicionales que pueden tener interés económico.
 - Transformación anaerobia
 - Transformación aerobia
 - Combustión de todo el residuo urbano
 - Procesos químicos

- *Biogás*

Componente	% en volumen
Metano (CH_4)	45–55
Bióxido de carbono (CO_2)	40–50
Nitrógeno (N_2)	2–3
Sulfuro de hidrógeno (H_2S)	1–2
Hidrógeno (H_2)	<1
Oxígeno (O_2)	<1
Monóxido de carbono (CO)	Traza
Amoníaco (NH_3)	Traza
Hidrocarburos aromáticos y cíclicos	Traza
Compuestos orgánicos volátiles	Traza

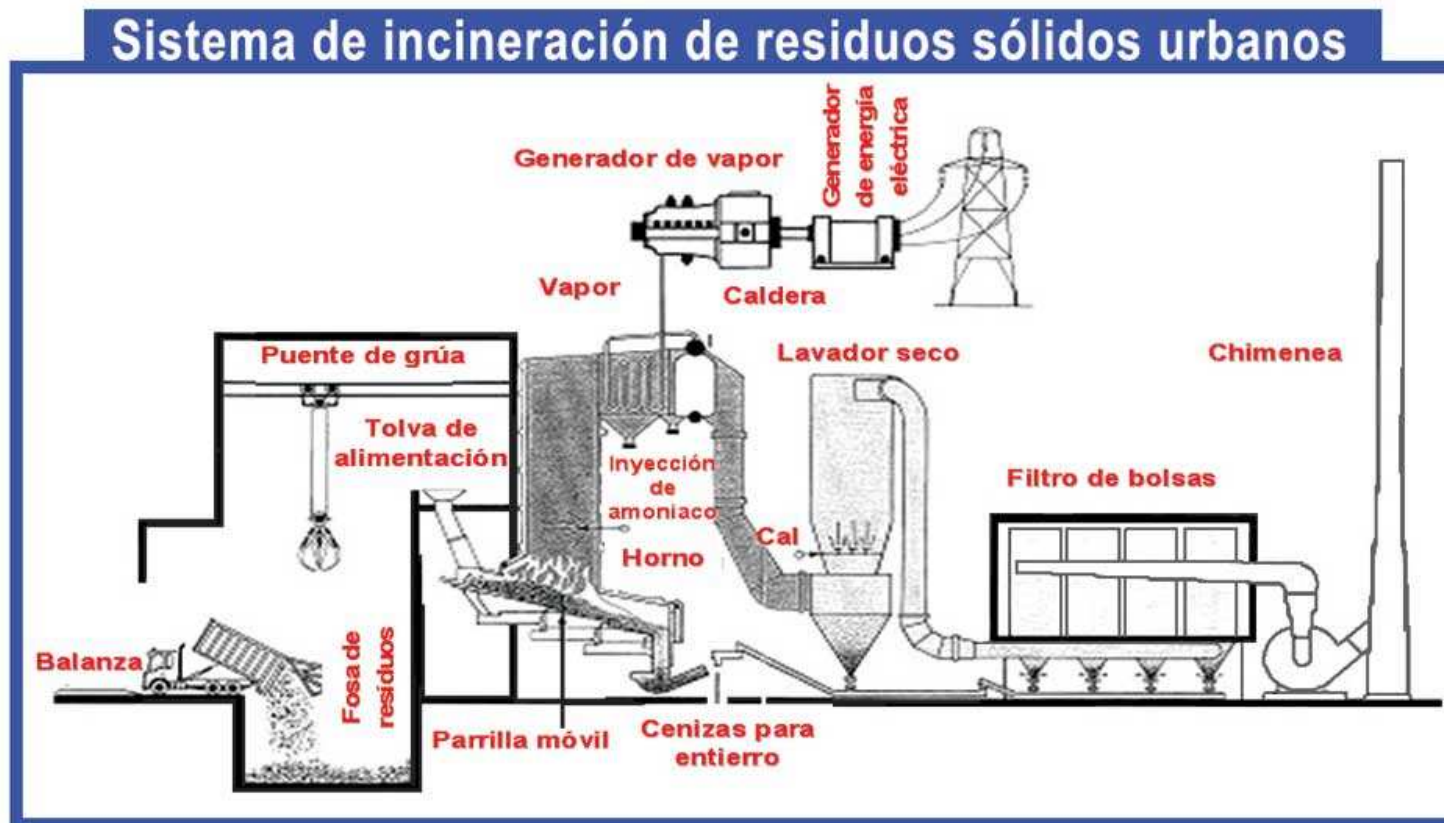
Fuente: elaboración propia basada en la literatura nacional e internacional.

- *Incineración*

Se trata de un proceso de combustión destinado a consumir el residuo urbano crudo, fracciones de él o rechazos procedentes de fases y de tratamientos previos

Es muy conveniente quitar algunos de los componentes de la basura antes de incinerarlas. Uno de ellos es el vidrio porque si no, se funde y es difícil de retirar del incinerador. Otro son los restos de los alimentos que contienen demasiada humedad y hacen más difícil la incineración. Los materiales que mejor arden y más energía dan son el papel, los plásticos y los neumáticos.

Incinerar los residuos sólidos tiene dos aspectos muy positivos. Se reduce mucho el volumen de restos a almacenar porque, lógicamente, las cenizas que quedan ocupan mucho menos que la basura que es quemada y además se obtiene energía que se puede aprovechar para diferentes usos.



PROCESOS DE INCINERACIÓN DE LOS RESIDUOS URBANOS Y RESIDUOS FINALES

Materia prima	%	Residuo final
Residuo urbano crudo	100	Ninguno Energía calorífica → Energía eléctrica Escorias Gases
Rechazos combustibles procedentes de la separación y recuperación de fracciones	35-60	Ninguno Energía calorífica → Energía eléctrica Escorias Gases
Rechazos combustibles de procesos de afino	10-20	Ninguno Energía calorífica → Energía eléctrica Escorias Gases

Al incinerar se produce CO_2 , partículas diversas, metales pesados y otros compuestos que salen como humo. Para evitar que salgan a la atmósfera se deben limpiar los humos con filtros electrostáticos que atraen las partículas, las aglutinan y caen por gravedad a unirse a las cenizas. También pasa el humo por una lluvia de agua con productos químicos que neutraliza y retira compuestos tóxicos del humo. Al final salen los humos mucho más limpios si el proceso funciona bien, lo que no siempre ocurre si no se vigila y pone a punto continuamente. Otro importante peligro está en que algunos compuestos como el PVC (policloruro de vinilo) y algunas tintas, cuando arden producen dioxinas y otras sustancias gravemente tóxicas y muy difíciles de eliminar de los gases. De todas formas, una incineradora de moderna tecnología que funciona bien produce unas emisiones perfectamente aceptables, aunque también su costo es muy alto.

Otro de los puntos a resolver cuando se instala una incineradora es decidir donde se depositarán las cenizas que contienen elementos tóxicos. Normalmente se hace esto en vertederos controlados.

*Se genera 150/130 Kg x Tm de
residuo urbano tratado*



- *Sistema químico*

Se trata de procesar los residuos urbanos mediante sistema que los transforman, reducen el volumen y permiten diversos aprovechamientos.

**SISTEMAS QUÍMICOS BÁSICOS DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS URBANOS**

Sistema	Proceso	Inconvenientes
Pirólisis	Combustión incompleta de los residuos urbanos. Proceso en falta de oxígeno. Carbonización de los residuos. Reducción del 90% del volumen inicial. Se genera gas, utilizable en el propio proceso.	Los líquidos residuales contienen alquitranes y otros productos, y deben ser tratados en una planta apropiada. Costos.
Oxidación de la fracción orgánica	Transformación de la materia orgánica en combustible mediante su oxidación en medio acuoso en presencia de aire y oxidantes.	Costo.
Hidrogenación de la fracción orgánica	Tratamiento mediante calor (400 °C), agua, CO y 300 atmósferas de presión, en presencia de catalizadores.	Costo.

- *Compostaje*

Consiste en la transformación de la fracción orgánica de los residuos urbanos mediante una fermentación aerobia, el producto que se obtenga estará entre un fertilizante orgánico y una enmienda o regenerador del suelo.

COMPOSICIÓN NORMAL DE UN COMPOST DE RESIDUOS URBANOS

Materia orgánica total	35-40%
Materia orgánica oxidable	8-10%
P total	0,30-0,50%
N total	0,50-0,60%
K total	0,20-0,30%
CaO	6,50-7,50%
Mn total	0,01-0,02%
Oligoelementos	0,01-0,20%

PROCESOS GENERALES DE PRODUCCIÓN DE COMPOST

Proceso	Tipo	Desarrollo de cada tipo	Duración
Fermentación aerobia	Natural-lenta	Volteos periódicos de aireación	11-16 semanas
	Forzada-acelerada	Aspiración de aire	7-10 semanas
		Insuflado de aire	7-9 semanas
		Digestores verticales	
		Aspiración	2-6 semanas
		Insuflado	2-6 semanas
		Agitación	3-4 semanas
		Digestores horizontales	
		Aspiración	2-4 semanas
Fermentación anaerobia	Natural	Producción en digestor de compost pobre y biogás	3-8 semanas
	Forzada	Producción en digestor de compost pobre y biogás	1-6 semanas

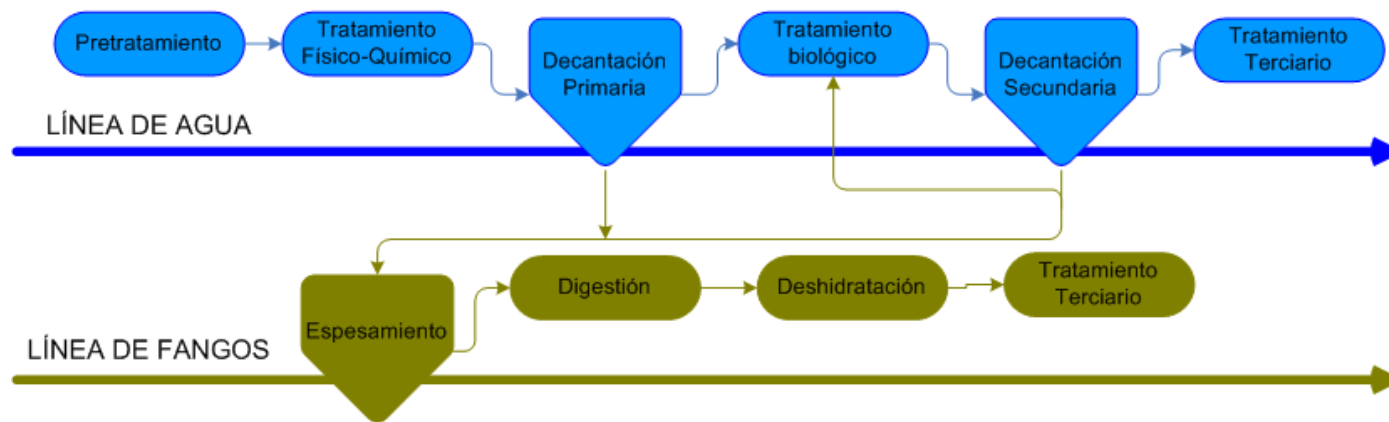
Residuos urbanos: Lodos de depuradora

- Son los residuos sólidos generados de la depuración del agua. Es propia de los países desarrollados (donde hay sistemas de depuración)

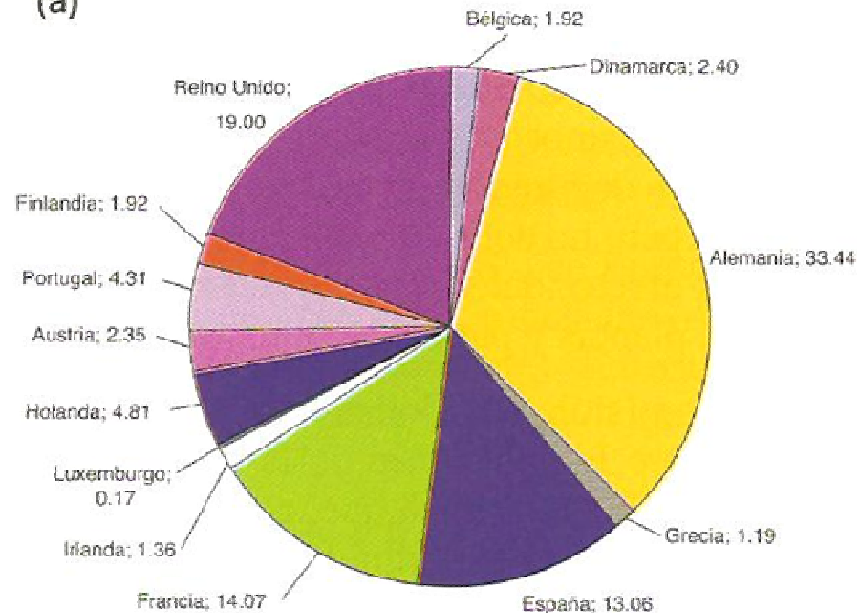


- Su uso es controvertido:
 - Por un lado tienen un gran potencial para la fertilización de suelos agrícolas (son ricos en M.O y elementos como N y P)
 - Pero también pueden poseer metales pesados provenientes de la industria y organismos patógenos

CROQUIS E.D.A.R.

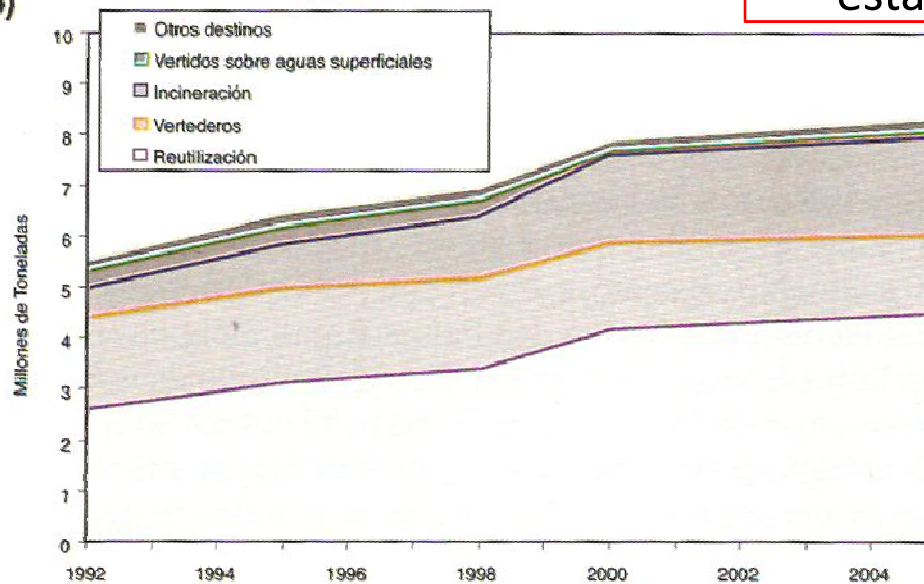


(a)



- La UE regula la utilización de los lodos de depuradora en agricultura con el fin de evitar los efectos nocivos en el suelo, la vegetación, animales y ser humano.
- El tratamiento de los lodos ha experimentado un crecimiento de reciclado (desde 2000-2003) del 32%. Aunque el deposito en vertederos sigue siendo el predominante pese a que está decreciendo esta opción

(b)



En lo referente a su uso en la agricultura, 7 estados miembros, entre ellos España, señalan que más de 50% de sus lodos lo aplican al suelo. En otros países no obstante, su uso como fertilizante esta disminuyendo, probablemente por el temor a los problemas que pueda acarrear su uso.

— Distribución porcentual de los lodos de depuradora generados en diversos países europeos (datos de 13 países) en el 2005 (a) y evolución de la producción de lodos de depuradora y su destino en la EU (b).

RESIDUOS INDUSTRIALES

- En este epígrafe nos vamos a centrar en aquellos residuos relacionados con la industria agroalimentaria.

Inversión en maquinaria de la industria española
% de la cifra neta de negocios

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Industria	4,2%	4,3%	4,4%	4,1%	4,4%	3,9%	4,1%
Industrias extractivas y del petróleo	2,8%	3,0%	2,6%	2,6%	3,4%	2,3%	2,4%
Alimentación, bebidas y tabaco	3,2%	2,9%	3,3%	3,2%	3,3%	3,1%	3,9%
Industria textil, confección, cuero y calzado	2,6%	3,2%	2,5%	2,2%	1,9%	1,7%	3,3%
Madera y corcho	5,0%	4,1%	4,5%	3,1%	3,5%	3,1%	3,3%
Papel, edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	6,0%	5,1%	4,7%	4,3%	4,5%	3,7%	4,7%
Industria química	3,6%	4,4%	3,9%	3,1%	3,0%	3,1%	3,3%
Caucho y materias plásticas	4,8%	4,7%	4,6%	4,1%	4,5%	4,1%	3,3%
Productos minerales no metálicos diversos	5,4%	5,6%	4,3%	5,7%	5,6%	4,4%	4,6%
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	4,8%	4,7%	3,7%	3,9%	3,3%	3,4%	2,8%
Maquinaria y equipo mecánico	2,9%	2,8%	2,7%	2,5%	2,2%	1,9%	2,0%
Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	3,0%	3,1%	2,2%	2,0%	2,2%	2,1%	2,0%
Material de transporte	2,9%	4,4%	4,1%	3,5%	3,2%	2,1%	2,5%
Industrias manufactureras diversas	3,0%	3,3%	2,8%	2,7%	2,9%	2,6%	2,8%
Energía y agua	10,1%	10,1%	13,8%	13,1%	16,3%	12,7%	12,2%

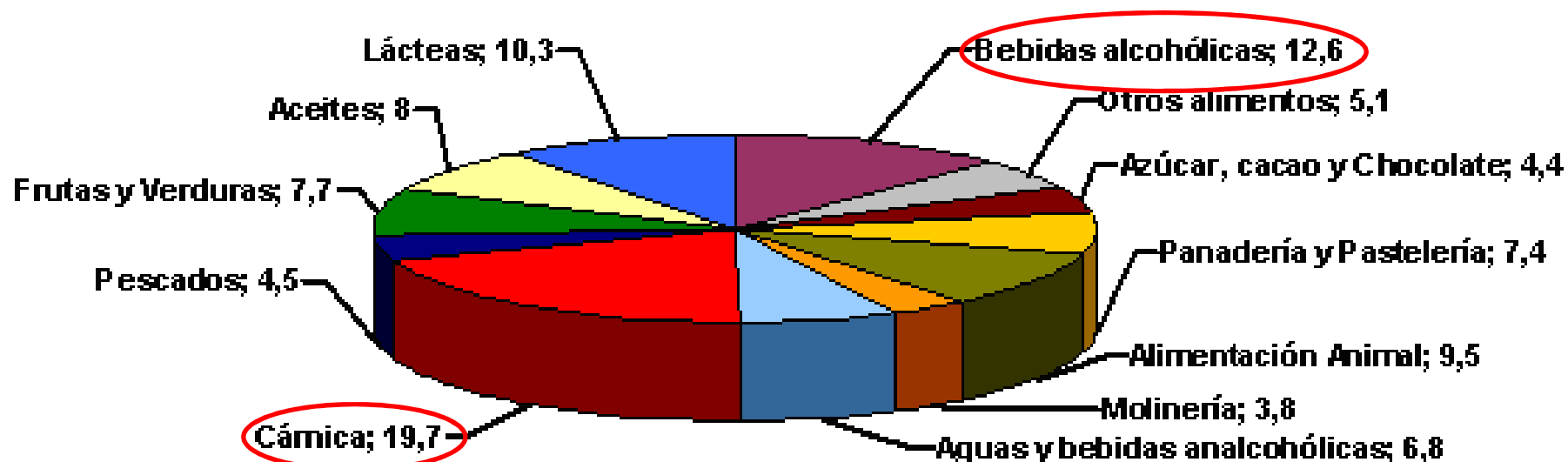
Fuente: INE y elaboración propia

- La industria alimentaria es uno de los sectores más grandes Europa y por tanto los residuos que genera supone un grave problema medioambiental a dicho nivel. La cantidad total de residuos se estima en unos 222 millones de toneladas anuales en la UE, la mayor parte son orgánicos de los considerados biodegradables.



En España el INE estima que los residuos no peligrosos generados por el sector de la industria de la alimentación, bebidas y tabaco alcanzaron casi los 6 millones de toneladas en el 2004, según la encuesta realizada en el sector. De ellos, destaca el 36.3% (2,169,959t) que corresponde a residuos animales y vegetales, el 27% a lodos y el 12% a residuos minerales y de construcción

COMPOSICIÓN DE LA OFERTA DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN 2004



Fuente: FIAB

Industria cárnicas

- Los residuos de mataderos incluyen sangre, huesos, plumas, contenido del estomago e intestino, estiércol, agua residuales y lodos de flotación, y supone le 21% del animal.
- Del 80% al 90% de los residuos del matadero se reciclan principalmente entre la industria alimentaria.

Los huesos y pezuñas se reutilizan en otras industrias como la preparación de fertilizantes y de pegamentos



Entre el 5% al 10% se vierte al suelo tras su compostaje o sin tratamiento previo, principalmente el material contenido en el estómago, que consiste predominante en alimento y restos vegetales parcialmente digeridos

- En los mataderos se generan 15Kg de sangre por cada 500 kg de animal vivo sacrificado, los contenidos de estómagos e intestino supone 18-27 Kg por 500 Kg de animal



Los residuos procedentes de la industria lechera incluyen el suero de la leche, aguas de lavado y un residuo sólido que se procesa para su uso en la alimentación del ganado. El 90% de la leche utilizada para la fabricación del queso finaliza como suero. La producción de residuo varía entre 1 a 6 L por litro de leche

- Otros sectores que generan residuos son las empresas de preparación del pescado y mariscos. Aunque la cantidad de residuos que genera no se conoce, como ejemplo se ha encontrado que Dinamarca produce 0.4×10^6 anuales



Bebida alcohólicas

- En este sector vamos a tratar dos industrias principalmente la Industria Vitivinícola y la industria cervecera

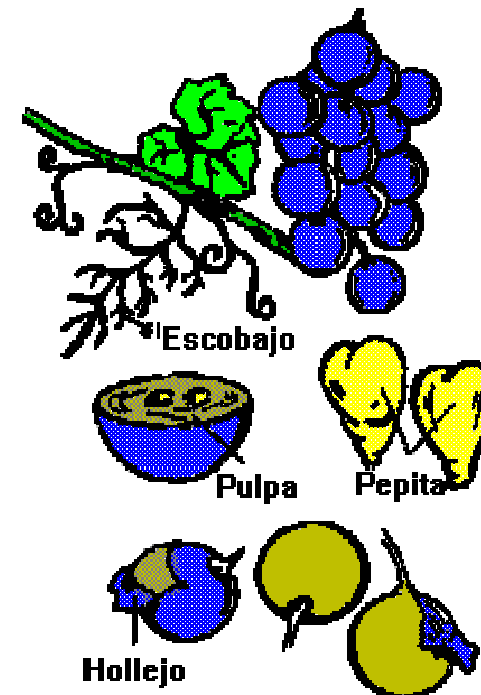


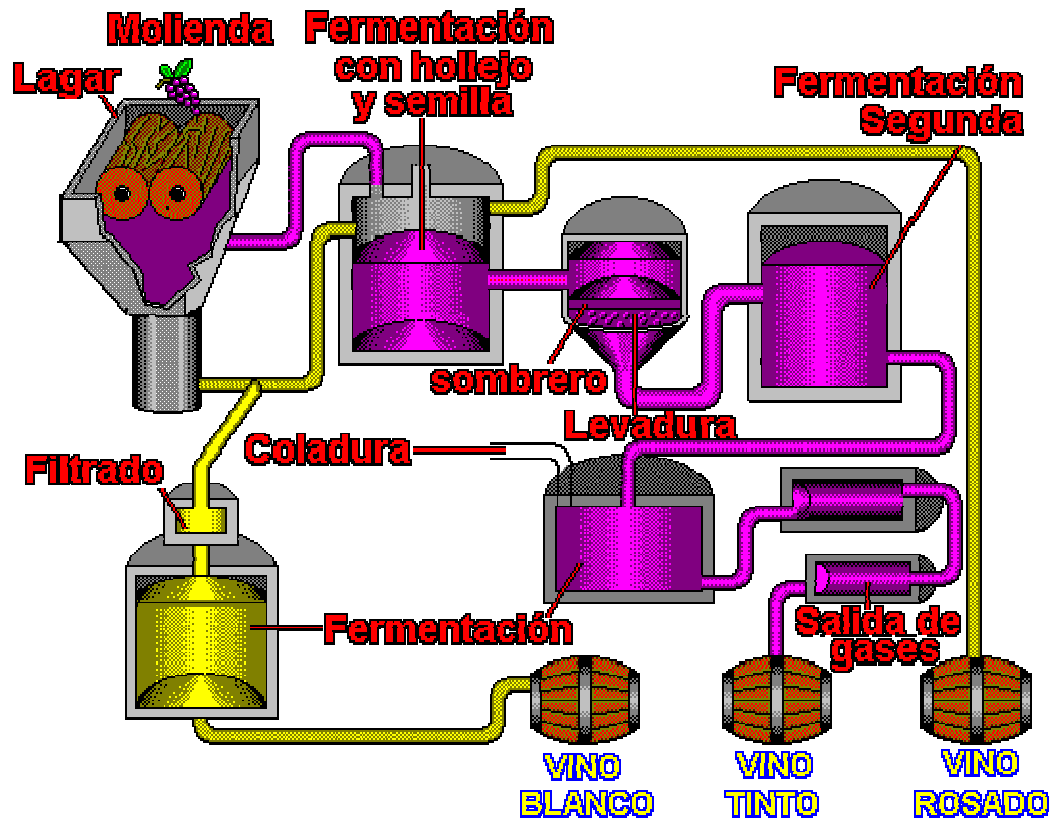
Industria vitivinícola

- La uva es una de las frutas más abundantes en el mundo. Con más de 60 millones de toneladas de producción anual, el 70% de las cuales son para la producción de vino.



- La industria de producción genera aguas residuales y residuos sólidos.
- El orujo es el hollejo de la uva, después de exprimida y sacada toda la sustancia con las semillas y la pulpa, las lías son las levaduras y el precipitado que se obtiene antes de embotella el vino, mientras que el raspón, raspajo o escobajo se considera a la estructura leñosa del racimo después de quitarle las uvas. El orujo es el residuo más abundante (20% - 30%) del peso total y tiene una humedad del 60%





- Agua residuales: resulta del agua empelada en operaciones tales como el acondicionamiento del fruto y limpieza de los equipos empleados en la recepción de la vendimia, en la vinificación, en los trasiegos y en los filtrados. Estos contienen dos tipos de contaminación: Las materias primas y los productos acabados como raspones, semillas, pulpas, mosto, fangos, lías o incluso vinos arrastrados durante los diversos lavados o durante derrames accidentales y por otro, los productos utilizados para las operaciones de encolado, las filtraciones o para la limpieza y la eliminación de tartrato de las cubas

Aprovechamiento residuos vino

- Extracción de alcohol por destilación de los orujos y las lías, se usan para aguardiente y para bebidas como el brandy, licores...
- Obtención de compuestos fenólicos, por sus características antioxidantes
- Extracción del aceite de semilla (aceite libre colesterol y con vitamina E)
- Hollejos se usan como suplementos dietéticos
- Valorización energética (alta capacidad calorífica)
- Valoración agronómica del raspón (se incorporan al suelo directamente)
- Compostaje sobre todo del orujo des alcoholizado

Industria cervecera

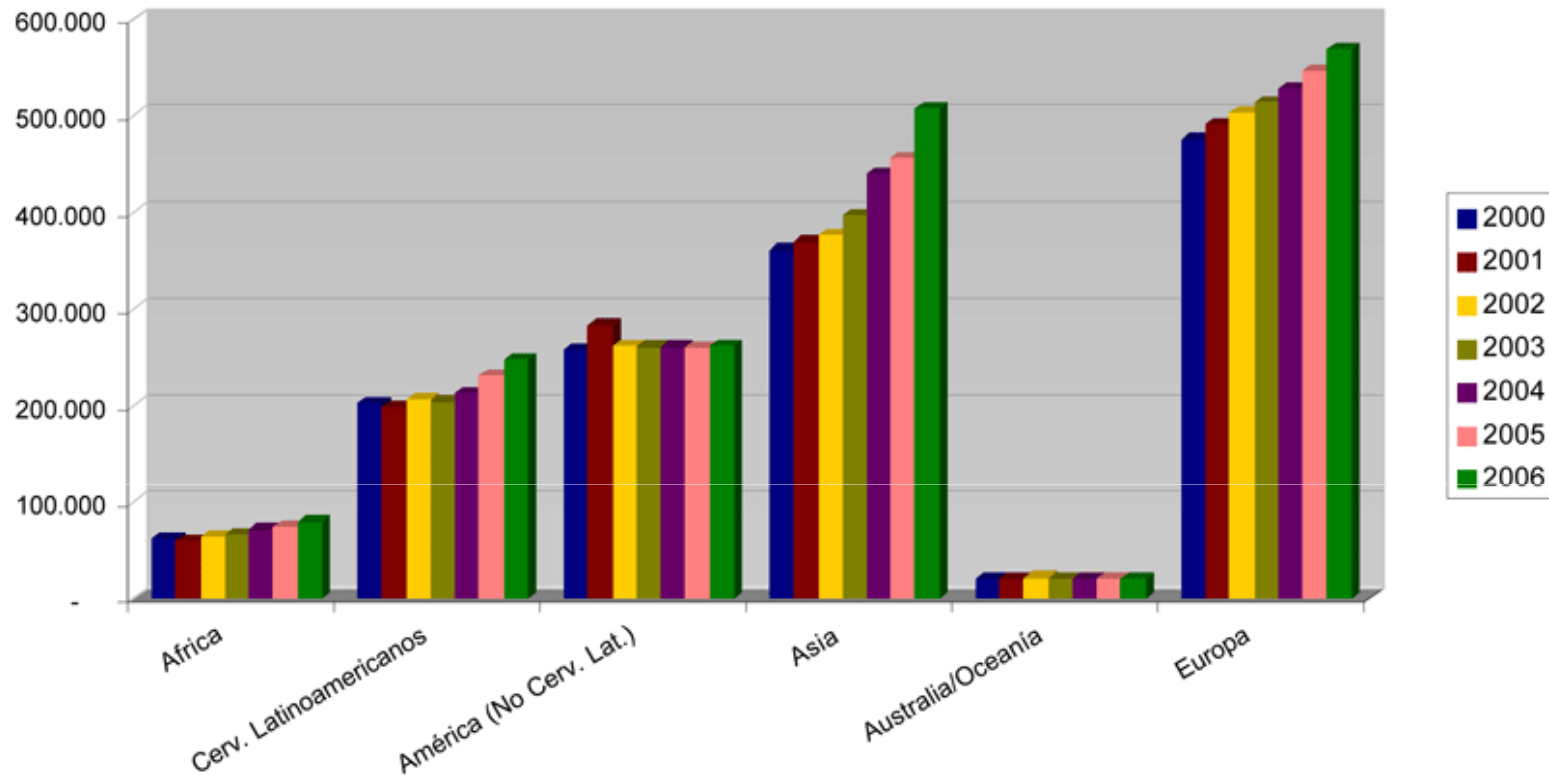
- La cerveza se puede elaborar con cualquier cereal, el cual ha de ser preparado para que sus azúcares sean fermentables. En algunos caso una simple cocción es suficiente (ocurre así con el maíz) y en otros caso es precisos “maltear” el cereal, siendo estrictamente necesario en el caso de la cebada



- Los productos básicos para la elaboración de la cerveza, en el caso de la occidental donde el cereal utilizado es la cebada, son:
 - Malta de cebada
 - Lúpulo
 - Agua

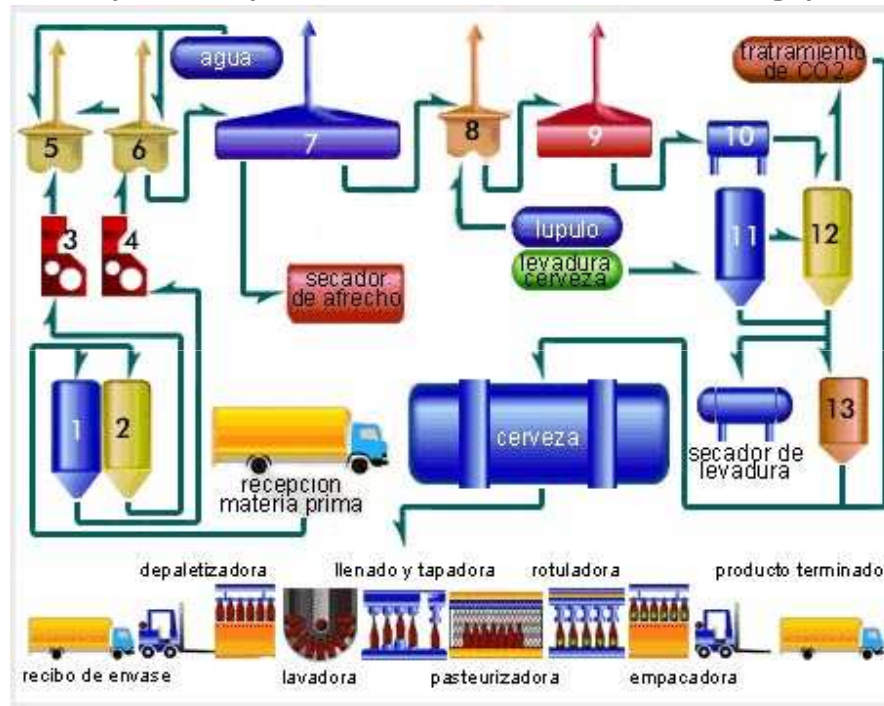


Producción Mundial de Cerveza por Regiones (Miles de Hectolitros)



Respecto a los mayores productores a nivel de países a la cabeza se encuentra China (19%) seguido de EEUU (17%) Alemania (7%) Brasil (5%) México (4%) España y Canadá (2%)

- En la elaboración de la cerveza se genera una serie de subproductos o residuos (agua residual, gas carbónico, levadura, tierra filtrate, brotes de malta, puré de “malta”, etc.) De ellos, podemos considerar representativos realmente del residuo de la materia prima original son el “puré” y los brotes $\longrightarrow$ 10Kg por Hectolitro.



La información relativa a su reciclado indica que los lodos se depositan en vertederos en su mayor parte, aunque algunos se utilizan como abonos orgánico de suelos y en la alimentación animal. Los residuos de lúpulo y la malta pueden ser compostados con otros materiales para la preparación de abonos y sustratos



RESIDUOS AGROPECUARIOS Y FORESTALES

- Residuos forestales:

Los restos forestales están compuestos fundamentalmente por materiales leñosos y de lenta mineralización. Son obtenidos por procesos silvícolas como poda y aclareo (también se le llama al producto final compost de broza).

Además, a estos residuos, podemos asociar con características comunes a los restos de podas forestales en su mayor parte.

- Estos materiales van a pasar con el tiempo a formar parte del suelo forestal. Sin embargo para aprovechar su potencial como acondicionador del suelo, se suele proceder a la producción de materiales más fácilmente compostados como el serrín.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Abs. Agua
Serrín	0,18	0,3	0,7	1	420

Este material no es demasiado rico en nutrientes, como eran el resto de los que hemos comentados, sin embargo si que tiene una gran utilidad como substratos de cultivos por su capacidad de retención de agua y como cubierta para frenar la erosión



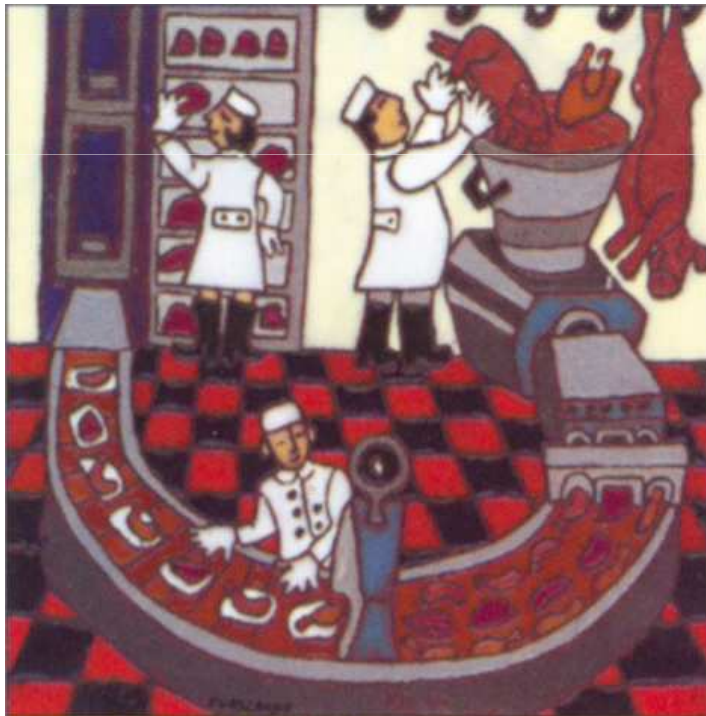
- Residuos de plantas acuáticas:

Las algas marinas son susceptibles de ser empleadas como abono orgánico de los suelos si se procede a un proceso de secado apropiado; además suelen descomponerse con relativa rapidez. Su composición en agua es elevada así como el contenido en sales.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Algas	1,34-3,60	0,08-1,17	0,06-0,69



- Residuos ganaderos:
- Antes hemos de los animales como parte del sector secundario (la industria). Ahora vamos a analizar sus residuos en el sector primario.



- Están formados por la acumulación de deyecciones sólidas y líquidas producidas en las explotaciones ganaderas. El uso eficiente de estos residuos sin que produzcan daños en el medio, especialmente en los líquidos, es objetivo prioritario de muchos investigadores.
- Las características de los materiales depende de las raza, alimentación del ganado y época del año.

Producción de residuos frescos de explotaciones ganaderas

Tipo de ganado	kg heces/día
<i>Vacuno</i>	30-50
<i>Equino</i>	20-50
<i>Porcino</i>	4-8
<i>Ovino</i>	4-8
<i>Aves</i>	0.1-0.5

El destino puede ser muy variado como ya hemos comentados:

- Pueden verterse directamente al suelo
- Pirolisis de la parte sólida
- Uso para el riego de la parte sólida
- Tratamiento anaerobio (CH_4)

- Estos materiales residuales de carácter sólidos, mezclados normalmente con la cama del ganado produce un abono orgánico bien conocido: Estiércol. Este se puede clasificar como:
- Estiércol caliente: Caballo, oveja, cabras y aves de corral
- Estiércol frío: Vaca y cerdo



Composición nutritiva de estiércoles en materia fresca (Alcántara, 1993)

Origen del estiércol	m.s. (%)	N kg/t	P ₂ O ₅ kg/t	K ₂ O kg/t	MgO kg/t	S kg/t
<i>Vacuno</i>	32	7	6	8	4	—
<i>Oveja</i>	35	14	5	12	3	0.9
<i>Cerdo</i>	25	5	3	5	1.3	1.4
<i>Gallinaza</i>	28	15	16	9	4.5	—
<i>Purines</i>	8	2	0.5	3	0.4	—

- La aplicación de estiércol oscila entre los 5000Kg/Ha y los 50000 kg/ha. Depende de las especies cultivadas, las características del suelo y el tipo de estiércol.
- Principal aporte es de P, con la peculiaridades de que es fácilmente asimilable.
- Gran capacidad para retener sales y Na⁺, corrige problemas de salinidad y sodicidad

- Gallinaza: Los residuos avícolas están compuestos por deyecciones de aves de corral junto con el material usado en las camas y cal en pequeña proporción
- Proporcionan diariamente el 5% de su peso corporal
- Tiene buena relación C/N Y C/P y un pH ácido
- Este material conviene compostarlo con corteza de pino para mejorar la disponibilidad de nutrientes como P o el K. Así se consigue reducir el humedad y aumentar la relación C/N

Características de una gallinaza (Ramírez, 1983)

<i>materia seca %</i>	79.5
<i>peso específico g/cm³</i>	0.5
<i>pH (H₂O)</i>	5.0-8.0
<i>materia orgánica %</i>	80.0
<i>N orgánico %</i>	3.00
<i>C/N</i>	15.5
<i>P total %</i>	1.82
<i>C/P</i>	25.5

Composición y solubilidad de nutrientes en gallinaza

		Contenido (%)	Solubilidad (% del total)
<i>Extracto en agua</i>	N	3.00	30-34
	K	1.27	31-50
<i>Extracto con KCl 1 N</i>	Ca	1.55	5-17
	Mg	0.57	5-12
<i>Extracto con NaHCO₃ 0.5N+EDTA 0.01 N</i>	P	1.82	20-30
		Contenido (ppm)	
	Fe	2830	0.006
	Mn	196	11-23
	Cu	32	12-50
	Zn	135	11-12

- Purines and lysines: De los residuos líquidos destacamos los purines (orina de animales) y los lisieres, que están formados por la unión de los excrementos sólidos y líquidos diluido en el agua de lavado
- Su aplicación esta asociada a procesos de compostaje para mejorar sus condiciones agronómicas, junto con paja o serrín. Así aumentamos la relación C/N.
- La aplicación de los purines oscila entre 10-15 m³/ha y de 10-30 m³/ha en los lisieres

Composición de lisieres porcinos

Tipo de explotación	M.O. %	N kg/m ³	P ₂ O ₅ kg/m ³	K ₂ O kg/m ³	MgO kg/m ³
<i>Engorde</i>	84.9	6.0	5.3	3.6	1.3
<i>Ciclo cerrado</i>	52.0	4.3	3.2	2.8	0.9
<i>Maternidad</i>	32.4	3.4	1.8	2.3	0.5

Residuos agrícolas

- Abono verde: Este abono consiste en la adicción de plantas frescas o de la totalidad de ellas tras la recolección de la cosecha al suelo. Se suelen emplear para ello leguminosas que enriquecen el medio con N. Pueden producir entre 300-700 Kg de humus/ha cultivo



- Se ha demostrado que el uso de abonado verde especies como el girasol, influye favorablemente en la disponibilidad de nutrientes como N, P, K, aumentando significativamente la cantidad de estos en suelos arenosos.
- También se puede usar como técnica para incrementar el contenido de nitrógeno bacterias fijadoras como *Azotobacter*.



- Restos de cosechas:
- El 65% de los residuos generados de la actividad agrícola corresponden a resto de cosecha (paja y tallos) de los cereales mayoritarios: trigo, arroz y maíz, no superando el 4% los procedentes del procesado (cáscara y mazorca).
- Los residuos verdes de plantas no leguminosas (como las que acabamos de mencionar) son susceptibles de ser usados de forma inmediata como compost. Deben eso sí, ser triturados y secados para facilitar la fermentación.

Composición media en NPK de restos de cosechas en porcentaje sobre peso seco (Parr y Colacicco, 1987)

Material	C/N	N	P	K
<i>Trigo</i>	105	0.49	0.11	1.06
<i>Arroz</i>	105	0.58	0.10	1.38
<i>Maíz</i>	55	0.59	0.31	1.31
<i>Algodón</i>	—	0.88	0.15	1.45
<i>Patata</i>	27	1.6	—	—
<i>Lechuga</i>	—	3.7	—	—
<i>Cebolla</i>	15	2.6	—	—
<i>Tomate</i>	12	2.1	0.3	0.20

- De forma general, los residuos de cereales se utilizan para alimentar al ganado.
- También para preparar compost junto a otros residuos.
- Los restos de cosechas también pueden ser incinerados, incorporando las cenizas al suelo, actualmente su incorporación al suelo se considera un método aceptable debido al aporte de M.O, su baja relación C/N puede provocar no obstante problemas de deficiencia de N a parte que incinerar supone destruir la fauna microbiana encargada de la degradación de la M.O



- Los procesos de mineralización y humificación están influenciados por:
 - La naturaleza del material adicionado
 - El tipo de suelo que se utiliza (estructura y química)
 - Temperatura y humedad del medio

Cantidad de humus formada por residuos de diversas cosechas (Alcántara, 1993)

Origen del residuo de cosecha	kg humus/ ha de cultivo
<i>Rastrojo y raíces de trigo</i>	300-600
<i>Raíces y paja enterrada de trigo</i>	600-1200
<i>Rastrojo y raíces de cebada</i>	200-500
<i>Raíces y paja enterrada de cebada</i>	400-1000
<i>Raíces y rastrojo de maíz</i>	400-800
<i>Raíces, hojas y cañas enterradas de maíz</i>	800-1200
<i>Hojas y cuellos de remolacha</i>	500-800
<i>Raíces de patatas</i>	50-150

- El principal problema que pueden generar estos residuos está relacionada con su alta relación C/N.
- Mejora el rendimiento de los residuos (con adicción de N)
- Por otro experimentos han demostrado que mejoran las propiedades del suelo como la retención hídrica y la CIC.

Material orgánico añadido	C/N	105 días	328 días	580 días	833 días
Paja de avena	29	31,4	16	13,8	12,4
Tallos de soja	62	47,8	14,3	14,1	13,4

En un suelo como el de SE de España la adicción de este tipo de compost serviría para paliar dos problemas: La baja cantidad de M.O. y disminuiría la necesidad de agua.

- Podemos clasificar los tipos de compost partiendo de dos puntos de vista:

- Atendiendo al origen del residuo



- La etapa en que se encuentre el compost (Madurez del compost)



La etapa en que se encuentre el compost (Madurez del compost)

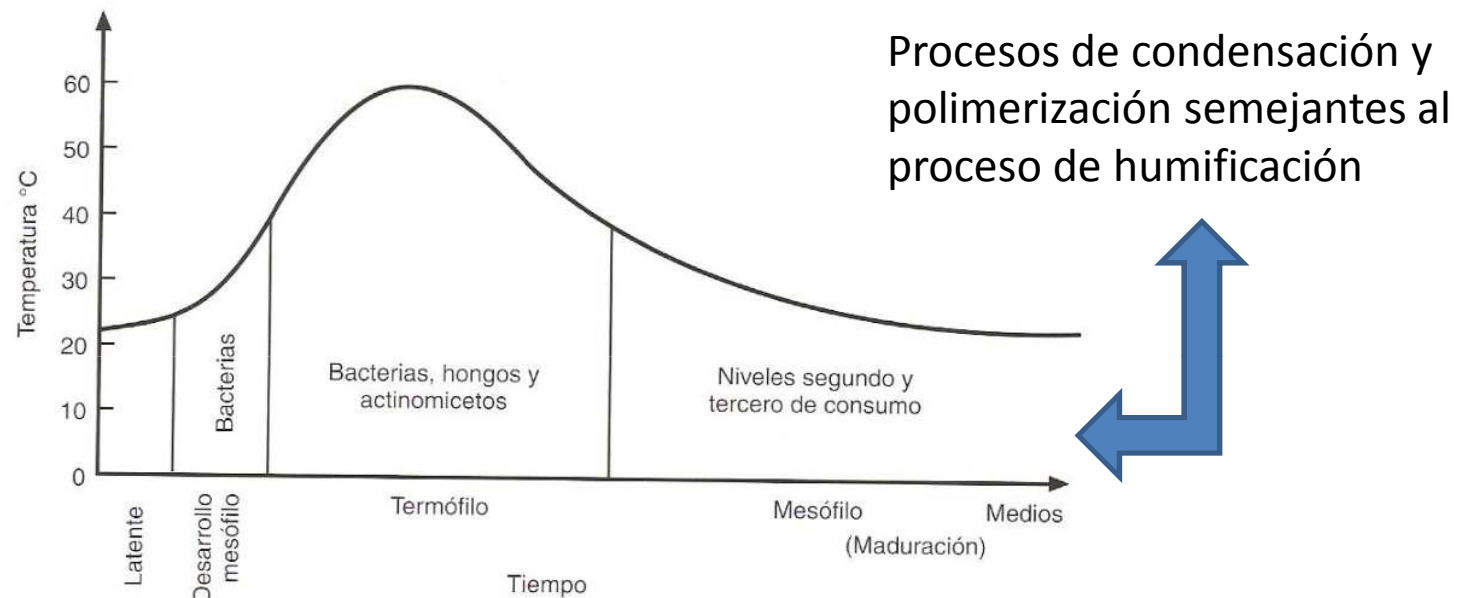
1. Indicadores de la estabilidad y madurez del compost
2. Indicadores de calidad del compost



Indicadores de la estabilidad y madurez del compost

PROCESOS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL COMPOSTAJE

21



- **Estabilidad biológica:** Para evitar daños a en el complejo suelo planta asociados a una rápida oxidación del material del suelo
- **Humificación:** Incrementar la fertilidad natural (*sensu lato*) de los suelos

- Estabilidad biológica y humificación de forma conjunta son considerados desde un punto de vista científico el concepto de maduración del compost.
- Desde el punto de vista práctico se considera que está maduro cuando alcanza una estabilidad térmica, que no biológica necesariamente.

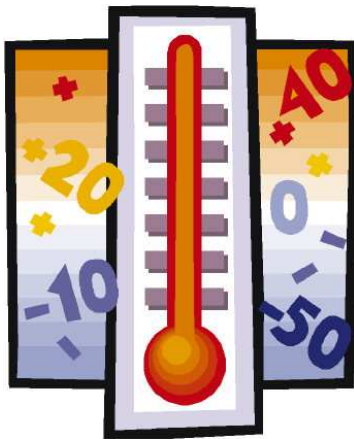


Illustration: Don Smith

- El concepto de madurez se suele emplear como sinónimo de estabilidad. Pero esto no es correcto, actualmente se define la madurez como el grado de ausencia de compuestos fitotóxicos. Así el grado de madurez se puede medir como ensayos sobre plantas
- Un compost está altamente humificado cuando la materia orgánica ha evolucionado durante un largo período de tiempo de maduración hacia formas más resistentes a la biodegradación

Evaluar el grado de madurez es el mayor problema relacionado a la utilización agronómica



¿Por qué es importante que el compost esté maduro?

- Un compost inmaduro tiene un alto contenido de C lábil. Esto tiene tres consecuencias:
 - Un aumento de la actividad microbiana que provoca un aumento de la tasa de mineralización de la materia orgánica. No tiene demasiada transcendencia al menos a medio plazo, ya que se recuperan rápidamente las condiciones iniciales.
 - Por otro lado provoca un bloqueo biológico del N asimilable del suelo por las poblaciones de microorganismos, lo que puede generar déficit de N en el suelo. Esta inmovilización es consecuencia de un elevado ratio C/N. Al haber tanto C se incrementa la biomasa microbiana lo que conduce a que aumente la competitividad por el N, no solo entre los microorganismos, sino también con la planta. Esta competencia se extiende a otros macronutrientes como el S, P, Ca y Mg
 - Además se produce una disminución del O y del Eh (potencial redox). Esto provoca que disminuya la velocidad de Nitrificación y de pérdida por desnitrificación. Una bajada del pH por la formación de ácido carbónico, da lugar a una mayor disponibilidad de metales pesados. Y un aumento de la Tª que inhibe la actividad de la planta

Métodos para determinar la madurez

- Tienen que cumplir una serie de requisitos estos métodos:
 - Que no sea preciso conocer la evolución anterior.
 - Deben ser parámetros sencillos en las condiciones operativas para una aplicación práctica.
 - Su aplicación tiene que tener una elevada una clara justificación científica.
 - Tiene que ser reproducible independientemente del lugar geográfico.

- Estas condiciones son difíciles de aplicar. Por ello el “US Composting Council” ha detallado una serie de normas para realizar los ensayos “Test Methods for the Examination of Composting and Compost” (TMECC)



<http://www.compostingcouncil.org/>

- En general los test propuestos para la evaluación del grado de madurez pueden agruparse en 5 tipos:
 - Parámetros sensoriales de madurez
 - Evolución de parámetros de la biomasa microbiana
 - Estudio de la materia orgánica humificada
 - Indicadores químicos de madurez
 - Métodos biológicos (test fitotóxicidad)

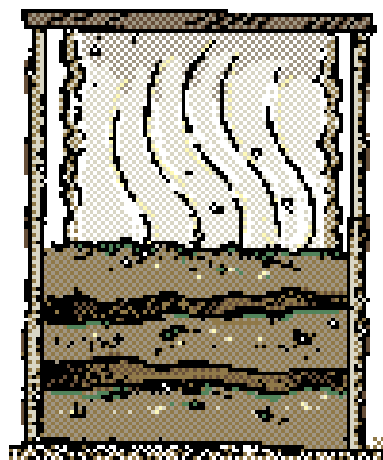


Indicadores sensoriales de la madurez (Test de tipo físico)

- Algunos de estos criterios son aplicados comúnmente, pero solo dan una idea aproximada del grado de maduración del compost, por lo que han de considerarse como meramente orientativo.

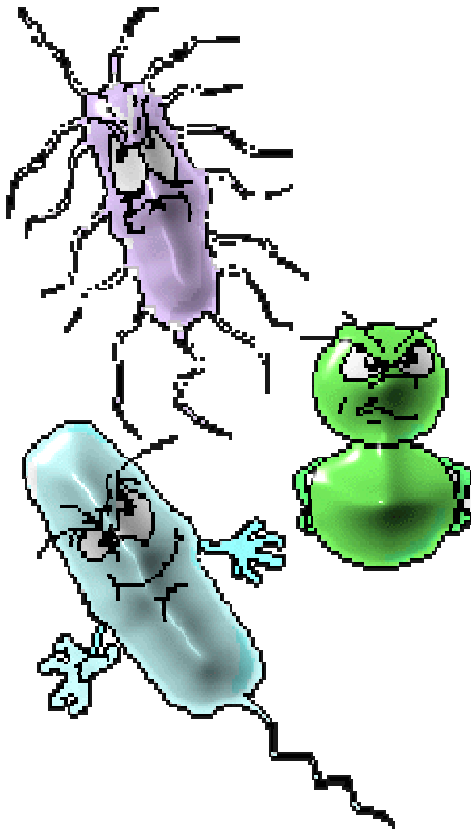


- Temperatura (test de autocalentamiento)
- Olor (ausencia de ácidos grasos de bajo peso molecular)
- Color (grado de luminosidad, valor Y)



Métodos basados en el estudio de la evolución de parámetros de la biomasa

- Estos métodos determinan básicamente el grado de estabilidad biológica del material (que recordamos para algunos autores es sinónimo de madurez). Se puede medir de forma directa - cuantificando de la biomasa microbiana o midiendo actividad microbiana- ó indirectamente - a través de la degradación de los materiales.



- Cuantificación de la microbiana y biomarcadores de la diversidad microbiana
- Respirimetría
- Parámetros bioquímicos de la actividad microbiana- como enzimas excretadas microorganismos
- Análisis de constituyentes fácilmente biodegradables

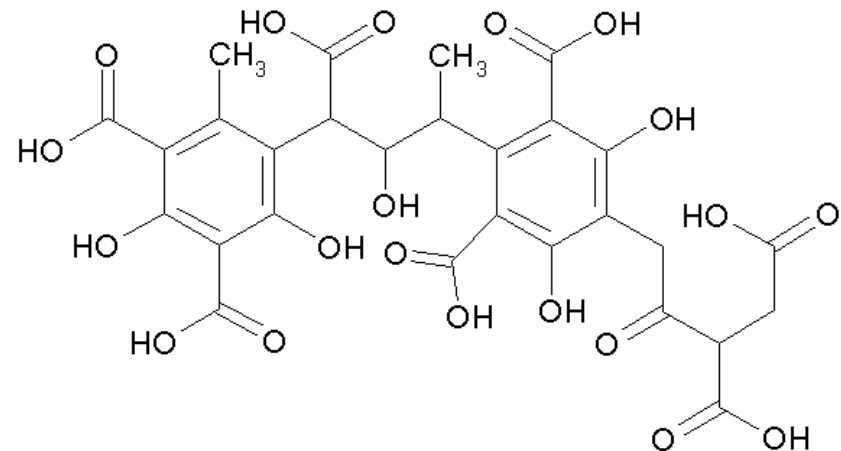
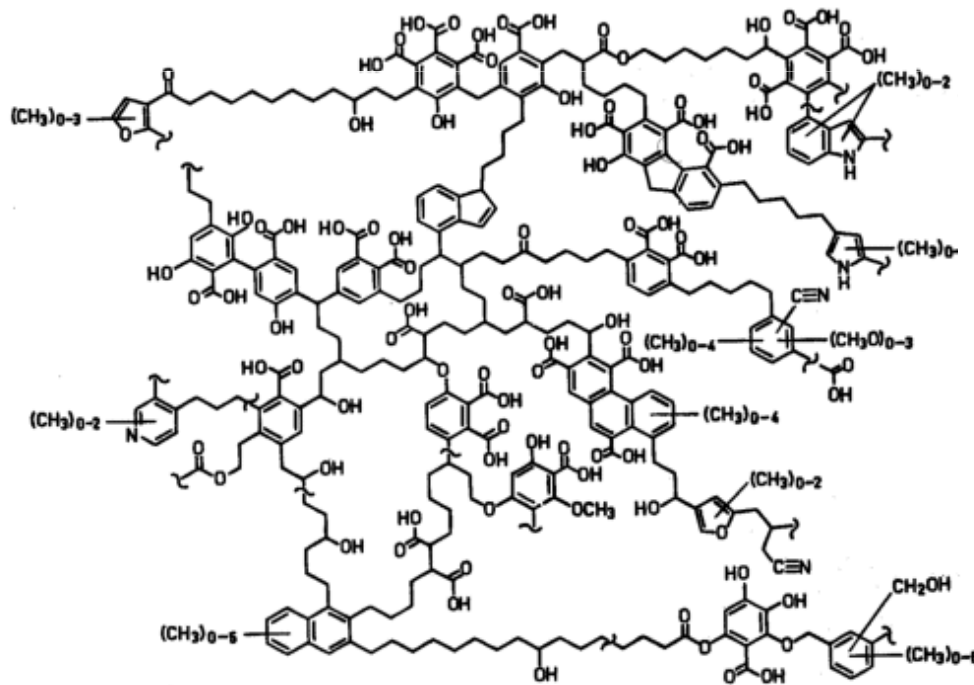


Respirometría de campo

Parámetros basados en el estudio de la materia orgánica humificada del compost

- La investigación de la fracción húmica constituye sin duda el criterio más exacto para establecer el grado de evolución de la M.O.
- Del estudio de los tipos de humus que se ha hecho durante 20 años se corresponde con el mismo tipo de compuestos sintetizados en las fases iniciales de humificación por neofromación el medio natural y semejantes a materiales orgánicos poco evolucionados

- Carbono extraíble: (en medio alcalino de AH+AF).
No es muy exacto porque en la extracción se extraen también los precursores y otra serie de elementos
- Ratio AH/AF:



Indicadores químicos de la madurez (métodos químicos)

- Se basa en las relaciones que podían resultar problemáticas para el desarrollo normal de la planta



- Ratio C/N (Fase sólida, Cot/Not): Tiene que oscilar entre 30 en el material original y entorno a 15 en el producto final.
- Ratio C/N (En fase soluble en agua; Cw/Nw y Cw/Not): los compuestos solubles son asimilados directamente por la microbiota del compost y los insolubles, generalmente polímeros de alto peso tienen que ser degradado por exoenzimas pasando a la fase acuosa del suelo.
- Cw: desciende con el compostaje hasta un valor donde permanece estable. El problema es que este valor es muy variable
- CIC
- Ratio N-NH₄⁺ Fase termófila nitrificación esta inhibida. Produciéndose en la fase de maduración esta.
- Presencia de compuestos reductores

Fitotoxicidad como indicador de la madurez (métodos biológicos)

- Se entiende como fitotoxicidad la condición o cualidad del compost que influye negativamente en el crecimiento vegetal.
- Diversos factores pueden causar toxicidad: Algunos se originan durante el proceso de compostaje, en etapas intermedias de la transformación de la M.O., o como consecuencias de una mala gestión del proceso. Otras veces se debe directamente al material que se composta

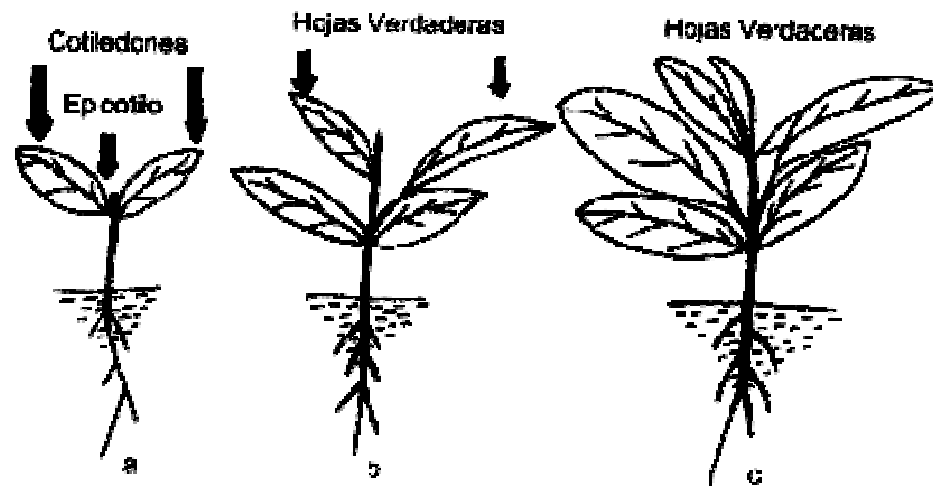


Por ello, los ensayos biológicos se consideran más bien como indicadores de madurez que de estabilidad, si bien, puesto que los microorganismos producen fitotoxinas durante la descomposición activa de la materia orgánica

- Los ensayos más comunes son:
 - Germinación y elongación de raíces
 - Siembra directa
 - Cultivo de plantas



Brezo



Evaluación de la calidad del compost

- La calidad se debe considerar a partir de aquellas características que resulten de aplicar un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, acorde con una gestión racional de los residuos y que tenga como objetivo fabricar un producto de aplicación agrícola.
- La calidad está en función del uso al que se va a aplicar y debe ser en cualquier caso constantes en el tiempo

- Para determinar la calidad hay que establecer unos criterios, pero estos son difíciles de determinar puesto a las diferentes aplicaciones que este producto puede tener en el mercado. Sin embargo hay unos puntos que tienen que van a ser comunes indiferentemente del fin del compost



Materiales con altos contenidos en nutrientes o bajos valores en metales pesados, darán como resultados productos con altos niveles en nutrientes y sin problemas en los contenidos en metales pesados

En ocasiones el compostaje continúa tras el almacenaje del producto, en este caso se deberán cuidar especialmente las condiciones del almacenaje. Condiciones anaerobias producen malos olores y compuestos tóxicos



Tiene que llegar a temperaturas elevadas $>60^{\circ}\text{C}$ para asegurar una buena desinfección del producto final

- La evaluación se va a hacer atendiendo a las propiedades del compost

TABLA 3. Parámetros de calidad del compost (Soliva, 2001)

Propiedad	Parámetro	Informa sobre
PROPIEDADES FÍSICAS	Densidad aparente	Transporte, manejo y aplicación
	Color	Aceptación
	Olor	Aceptación, higiene e impacto ambiental
	Humedad	Transporte y manejo
	Granulometría	Manejo, aceptación y efectos sobre el suelo/sustrato
	Capacidad de retención de agua	Efectos sobre el suelo/sustrato y ahorro de agua
	Contaminantes inertes	Aceptación, impacto ambiental y seguridad
PROPIEDADES QUÍMICAS	Contenido y estabilidad de la materia orgánica	Efectos sobre el suelo/sustrato, sobre los vegetales, y aceptación
	Nutrientes minerales	Efectos sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales
	Contaminantes	Salud, efectos sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales, e impacto ambiental
	Sales solubles	Efectos sobre el suelo/sustrato y sobre los vegetales, e impacto ambiental
	pH	Disponibilidad de nutrientes
PROPIEDADES BIOLÓGICAS	Patógenos	Salud e impacto ambiental
	Semillas de malas hierbas	Efectos sobre el suelo/sustrato y sobre la producción

Físicas

- Humedad: Se expresa como contenido de agua por peso seco. Oscila entre los 35-45%
- Densidad aparente: Suele ser de 400- 700 Kg*m⁻³
- Granulometría y Porosidad: El tamaño de las partículas tiene que ser mayor 25mm sobre el 90% del producto (imperativo legislativo)
- Olor: Esta relacionado con otros otros parámetro.
- Color: El color tiene que ser entre color marrón oscuro, casi negro. Depende del material original.

- En los materiales
iniciales estos
parámetro pueden
tener estos valores

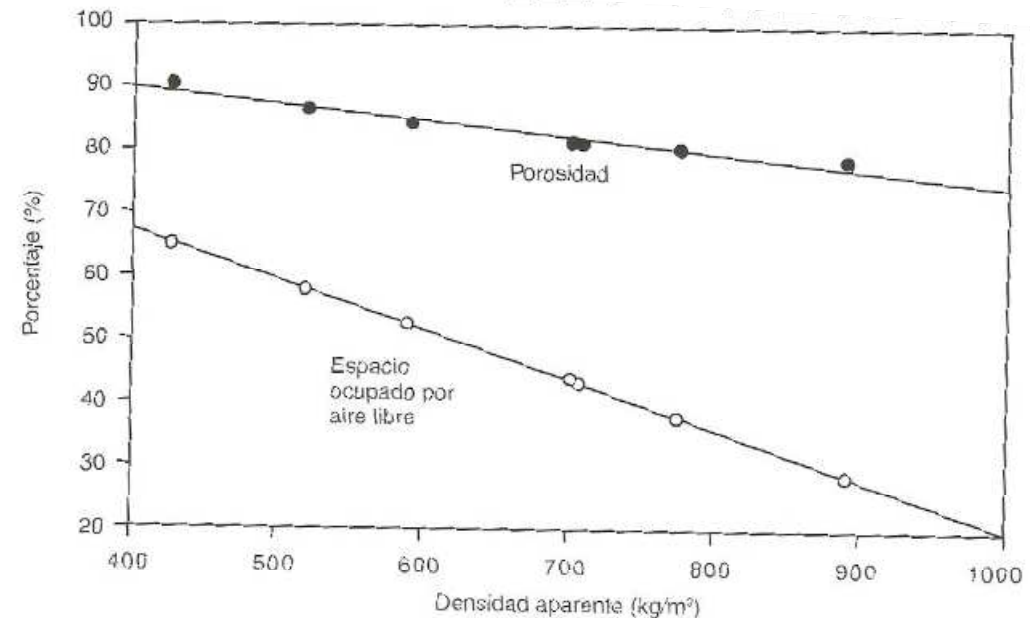


Figura 2.5. Relaciones entre porosidad, espacio ocupado por el aire libre y densidad aparente (según datos de Brouillette, M.L. Trepanier, J. Gallichand, y C. Beauchamp, 1996. Compostaje de residuos de papel de periódico con aireación forzada. *Canadian Agricultural Engineering*, 38(2):115-122).

Cuadro 2.7. Densidades aparentes típicas de algunas materias primas de los compost

Materias primas	Densidad aparente (kg · m ⁻³)	Referencias
Mezclas de papel	80	Kayhanian y Tchobanoglous, 1993
Cartón	130	Day <i>et al.</i> , 1998
Residuos de granja	215	Reinhart <i>et al.</i> , 1993
Residuos de granja	330	Day <i>et al.</i> , 1998
Residuos de alimentos	352	Kayhanian y Tchobanoglous, 1993
Hojas (picadas)	420	Howe y Coker, 1992
Residuos de restaurantes	990	Day <i>et al.</i> , 1998
Biosólidos desecados	1010	Glass, 1997

Químicas

- pH: Este parámetro ha sido considerado como indicador de la evolución. De forma general el pH desciende inicialmente por la formación de ácidos orgánicos y a medida que avanza sube para estabilizarse en valores de 6.5 a 8.5
- CE: Determina la cantidad de sales presentes en el compost. Depende del cultivo pero lo apropiado es que no suba de 1.5 dSm^{-1}
- Relación C/N: Depende de la naturaleza del material. Aunque muchos autores la estiman entorno a los 20
- CIC: Las cargas de la materia dependen del pH, de forma general tenemos que la CIC aumenta con el pH y el proceso de compostaje
- Nt: Esta relacionado con los materiales iniciales, el proceso de compostaje y las condiciones de maduración y almacenaje. La cantidad máxima recomendada no debe superar los 170 kg/ha
- Elementos potencialmente tóxicos: Metales pesados

Cuadro 2.3. Composición en C y N de algunos feedstocks para el compostaje
(según Dry Wt. of Feedstocks)

Feedstock	C (%)	N (%)	C/N ratio	Referencias
Orines	12,1	15,1	0,8	Polprasert, 1989
Residuos de pesca	32,8	8,2	4,0	Mathur, 1991
Residuos activados	35,3	5,6	6,3	Poincelet, 1977
Hierba	41,6	2,46	17,0	Michel <i>et al.</i> , 1993
Estiércol de vacuno	30,6	1,7	18,0	Polprasert, 1989
Residuos alimenticios	50	3,2	15,6	Kayhanian y Tchobanoglous, 1992
Deshechos de corral	44,5	1,95	22,8	Kayhanian y Tchobanoglous, 1992
Hojas	44,5	0,93	48,0	Michel <i>et al.</i> , 1993
Papel	43,3	0,25	173	Savage, 1996
Cartón	48,2	0,20	254	Day <i>et al.</i> , 1998
Serrín	56,2	0,11	511	Wilson, 1993



Cuadro. 2.6. Limitación del contenido en metales pesados en las normas europeas para compost (mg · kg⁻¹) y algunos valores de productos

Metales pesados	Valores de las normas (z)	Compost MSW (y)	Compost MSW sin materia prima (y)	Compost de residuos biológicos (x)
Cd	1,2-4,0	4,4	1,22	0,84
Cr	50-750	90,8	34,9	35,8
Cu	60-1200	298,1	72,4	46,8
Pb	120-1200	455,0	147,4	83,1
Hg	0,3-25	—	—	0,38
Ni	20-400	76,3	17,5	20,5
Zn	200-4000	919,8	326,6	249,6

z Según Gies, 1997.

y Según Genevini *et al.*, 1997

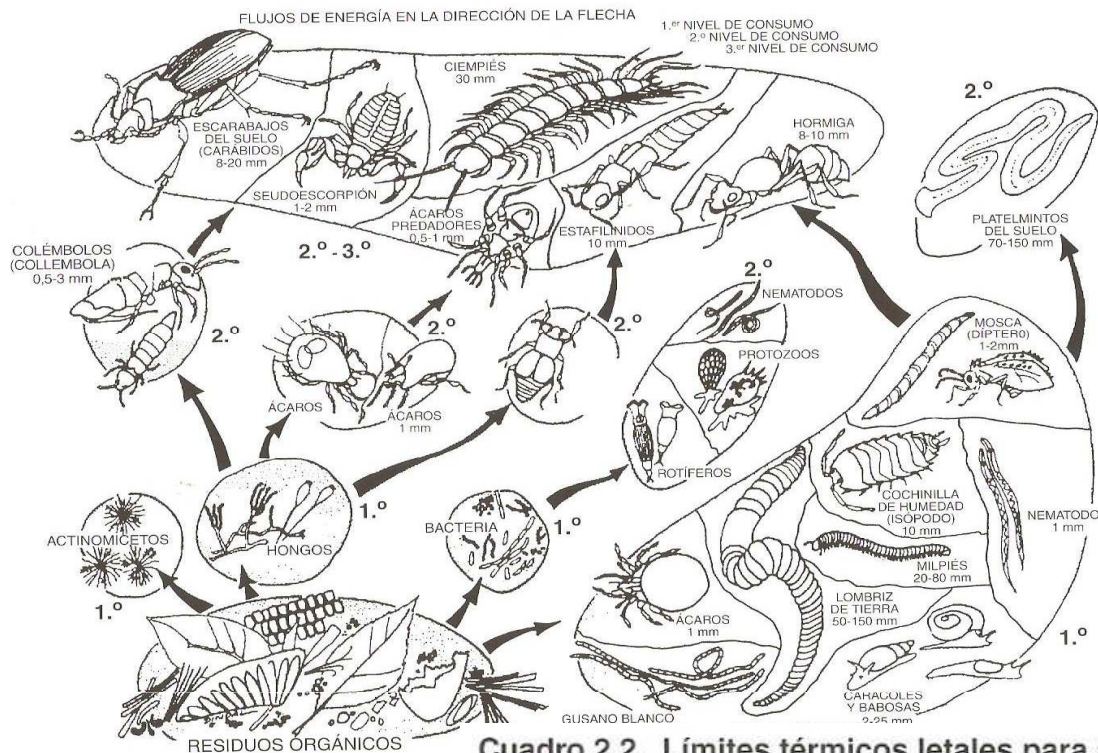
x Según Vogtmann *et al.*, 1993.



Biológicos

- Actividad microbiológica: Se mide la respiración del suelo, relación C/N, biomasa, mineralización N, determinación del ATP...
- Evaluación de la madurez y estabilidad como índice de calidad

Figura 2.1. Cadena alimentaria de un montón de compost (Según Dindal, D.L., 1978, Organismos del suelo y residuos estabilizados. Compost Science Land Utilization 19(8): Con autorización: www.jgpress.com).



Y garantizar que las cadenas tróficas del suelo se mantengan normales

Cuadro 2.2. Límites térmicos letales para algunos de los más corrientes patógenos y parásitos

Organismos	50° C	55° C	60° C
<i>Salmonella thyphosa</i>	—	30 min	20 min
<i>Salmonella sp.</i>	—	60 min	15-20 min
<i>Shigella sp.</i>	—	60 min	—
<i>Escherichia coli</i>	—	60 min	15-20 min
<i>Streptococcus pyogens</i>	—	10 min	—
<i>Mycobacterium diptheriae</i>	—	45 min	—
<i>Brucellus abortus o suis</i>	—	60 min	3 min
<i>Endamoeba histolytica</i> (cysts)	—	1 seg	—
<i>Trichinella spiralis</i>	—	—	1 seg
<i>Necator americanus</i>	50 min	—	—
<i>Ascaris lumbrigoides</i> (ova)	—	60 min	—

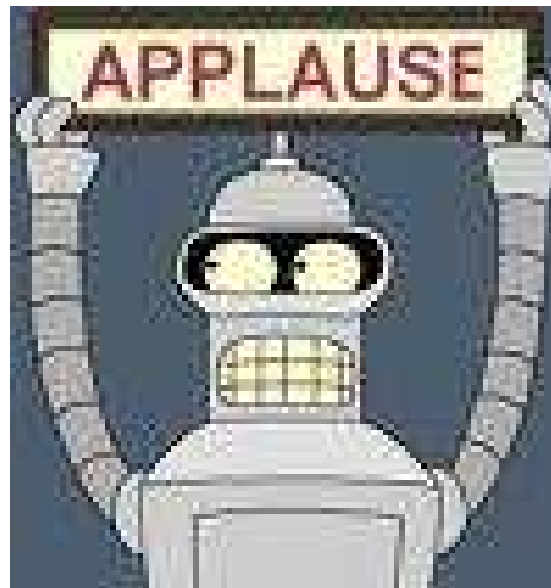
Nota: Datos según Burford (1994), Finstein y Morris (1974), Gotass (1956), Hang (1993) y Polprasert (1989).

Se tiene que evitar la aparición de estos microorganismos en el suelo

Seguimiento y control de la calidad

- La industria del compostaje actual tiene el conocimiento y capacidad técnica para producir un compost de calidad que cumpla con la legislación y que cubra las necesidades del usuario final.
- El problema está en que no se ha estandarizado los sistemas de control de calidad, lo que genera desconfianzas.
- Ahora son los organismos europeos los que tienen mediante normativa asegurar que estos criterios se instauren, garantizando un producto y uso responsable con el medio ambiente y la salud de los seres vivos

- MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ASISTENCIA



Asociación Ferrer i Guàrdia UAM
Local de Asociaciones 2 (Ed. Biología)
figuam@gmail.com